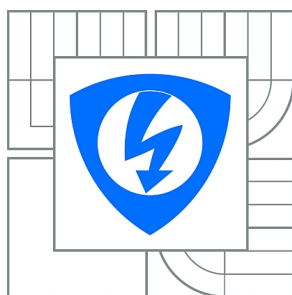




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PŘI NÁVRHU DATOVÝCH SÍTÍ

PROJECT DOCUMENTATION FOR THE DESIGN OF DATA NETWORKS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. IVO GAJDOŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR MRÁKAVA

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Telekomunikační a informační technika

Student: Bc. Ivo Gajdošík

ID: 73041

Ročník: 2

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Projektová dokumentace při návrhu datových sítí

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se základními postupy a možnostmi projektování datových sítí v budovách a technologických objektech. Rozeberte normy, ke kterým je nutno přihlédnout při tvorbě technické dokumentace. Analyzujte využití aktuálních softwarových produktů určených pro projektování. Navrhněte projektovou dokumentaci datové sítě ve vybrané budově dle platných norem.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] KUCHYŇKOVÁ H., KUTNOHORSKÝ V., Počítačová podpora konstruování. 2003
- [2] XANADU Komplexní IT řešení, CAD/GIS/PLM, Autodesk, HP, Microsoft [online]. c2007, [cit. 2007-11-7], <<http://www.xanadu.cz/autocad.asp>>
- [3] GISoft - CAD, GIS, systémy pro správu infrastruktury, projekční systémy [www.gisoft.cz] [online], c2005, [cit 2007-12-1], <<http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation>>

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Petr Mrákava

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem technické dokumentace pro instalaci datové kabeláže do zadané budovy dle platných norem. Teoretická část popisuje základní přehled norem a principy datových sítí se zaměřením na standard Ethernet a Wi-Fi. Samostatné kapitoly jsou věnovány pasivní vrstvě datových sítí a počítačovému projektování. Praktická část obsahuje realizační a výkresovou dokumentaci návrhu datové sítě v multifunkční budově, podle níž by se projekt mohl uskutečnit.

KLÍČOVÁ SLOVA

normy; technická dokumentace; realizační dokumentace; výkresová dokumentace; datové; sítě; LAN; Ethernet; Wi-Fi

ABSTRACT

This Master's thesis deals with project of blueprints for installation of data cabling in specific building following regulations. Theoretical part describes basic overview of used regulations and principles of data networks with focus on Ethernet and Wi-Fi standards. Separated chapters cover passive layer of data networks and computer-aided-design. Practical part contains implementational and architectural drawing of data network project in multipurpose building. According to these plans the project could be realized.

KEYWORDS

regulations; blueprints; implementational drawing; architectural drawing; data; network; local area network; Ethernet; Wi-Fi

GAJDOŠÍK, I. *Projektová dokumentace při návrhu datových sítí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Mrákava.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma **Projektová dokumentace při návrhu datových sítí** jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V brně dne

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svým rodičům za veškerou podporu při celé době studia, svému vedoucímu Ing. Petru Mrákavovi za podporu při vytváření diplomové práce a velmi děkuji Ing. Vilému Jordánovi za odbornou spolupráci při vytváření projektu realizační dokumentace Multifunkční budovy.

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
ÚVOD.....	10
1. NORMALIZACE.....	11
1.1. ZNAČENÍ NOREM	11
1.2. NORMY V TELEKOMUNIKACÍCH	13
1.3. NORMY V ELEKTROTECHNICE.....	14
1.3.1. ČSN EN 50173-1	15
1.3.2. ČSN EN 50174-2	17
1.3.3. ČSN ISO/IEC 18010.....	18
1.4. NORMALIZACE TECHNICKÉ DOKUMENTACE.....	20
1.5. DALŠÍ NORMY.....	21
2. TECHNICKÁ DOKUMENTACE DATOVÝCH SÍTÍ	22
2.1. PRŮVODNÍ INFORMACE.....	22
2.2. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	23
2.2.1. Cíle projektu.....	23
2.2.2. Zpráva průvodního stavu	23
2.2.3. Zpráva navrhovaného řešení.....	23
2.2.4. Realizační dokumentace.....	24
2.3. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	24
2.4. EKONOMICKÁ ČÁST PROJEKTU	24
3. DATOVÉ SÍTĚ	25
4. LAN SÍTĚ	28
4.1. TOPOLOGIE A PŘÍSTUPOVÉ METODY	28
4.1.1. Sběrníková topologie	29
4.1.2. Kruhová topologie	29
4.1.3. Hvězdíková topologie	30
4.1.4. Topologie Polynom.....	31
4.1.5. Metoda přístupu Token	32
4.1.6. Metoda přístupu CSMA/CD	32
4.1.7. Metoda přístupu CSMA/CA	33
4.2. AKTIVNÍ PROSTŘEDKY SÍTÍ	34
4.2.1. Rozbočovač (HUB)	34
4.2.2. Přepínač (Switch)	35
4.2.3. Směrovač (Router)	36
4.3. TYPY SÍTÍ LAN A JEJICH STANDARDY	37
4.3.1. Ethernet.....	37
4.3.2. Wi-Fi.....	39

5. PASIVNÍ VRSTVA DATOVÝCH SÍTÍ	42
5.1. KOAXIÁLNÍ KABEL	42
5.2. STRUKTUROVANÁ KABELÁŽ	44
5.2.1. Sekce kabelážního systému	46
5.2.2. Kroucený pár	47
5.2.3. Optické kabely	53
5.3. DALŠÍ MATERIÁL PRO KABELÁŽNÍ SYSTÉMY	59
5.3.1. Prvky organizace.....	59
5.3.2. Prvky konektivity	60
5.3.3. Prvky vedení, směrování.....	64
5.3.4. Prvky identifikace.....	64
5.4. BEZDRÁTOVÉ VEDENÍ	65
6. POČÍTAČOVÉ PROJEKTOVÁNÍ.....	66
6.1. AUTOCAD ELECTRICAL	66
6.2. BRISCAD	68
6.3. ELPROCAD	68
6.4. MICROSTATION.....	69
6.5. SPIDER-TEL.....	69
6.6. SPIDER-FIBER	70
6.7. VÝBĚR SOFTWARE	70
7. TVORBA REALIZAČNÍ DOKUMENTACE.....	71
ZÁVĚR	74
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	75
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
SEZNAM PŘÍLOH	79

Seznam obrázků

Obr. 4.1: Schéma sítě se sběrníkovou topologií.....	29
Obr. 4.2: Schéma sítě s kruhovou topologií	30
Obr. 4.3: Schéma sítě se hvězdicovou topologií.....	31
Obr. 4.4: Schéma sítě polygonovou topologií	31
Obr. 5.1: Schéma vrstev koaxiálního kabelu	43
Obr. 5.2: Příklad strukturované kabeláže	45
Obr. 5.3: Sekce strukturovaného kabelážního systému.....	47
Obr. 5.4: Schéma kabelů UTP, STP a ISTP	48
Obr. 5.5: Konstrukce používaných křížů	52
Obr. 5.6: Rozdělení FO	54
Obr. 5.7: Typy optických vláken	55
Obr. 5.8: Typy optických kabelů.....	58
Obr. 5.9: Příklad datových rozvaděčů	59
Obr. 5.10: Příklad organizérů	60
Obr. 5.11 Příklad patch panelu	61
Obr. 5.12: Konektory metalického vedení RJ-45	61
Obr. 5.13: Zapojení T568A a T568B při pohledu zepředu.....	62
Obr. 5.14 Příklad speciálních konektorů.....	62
Obr. 5.15: Konektory optického vedení.....	63
Obr. 5.16: Příklad žlabového vedení.....	64
Obr. 7.1: Příklad tvorby výkresové dokumentace	73
Obr. 7.2: PD - blokové schéma sítě	73

Úvod

Základem moderní společnosti je dnes výměna informací. Komunikaci nám zprostředkovávají především komunikační sítě, které jsou základem pro fungování největšího informačního zdroje – Internetu. Výpočetní technika a datové komunikační sítě se dostávají do všech činností každodenního života.

Abychom mohli datové sítě opravdu naplno využívat, je důležité je dobře dimenzovat a navrhnout. Současně je nutné pečlivě zvážit i veškeré technické a přenosové parametry navrhovaného kabelážního systému s cílem dlouhodobého zajištění ochrany investice. K tomu slouží projektová dokumentace, která je podřízená standardům pro kabelážní systémy. Projektová dokumentace se dnes již výhradně zpracovává v digitální podobě.

Dnešní technické řešení kabeláže datových systémů je nazýváno strukturovaná kabeláž (někdy multimediální strukturovaná kabeláž). Řešení díky strukturované kabeláži je univerzální a umožňuje propojit téměř doslova cokoliv s čímkoliv. Je však nutné, aby dnes navržené a realizované kabelážní systémy vyhověly i potřebám budoucím, stejně tak jsou důležité otázky spolehlivosti a provozní bezpečnosti kabelážního systému.

Dlouhodobou statistikou je prokázáno, že při instalaci komunikačního systému představuje kabeláž pouze 3 - 5 % z celkové investice, ale také, že 70 % všech selhání komunikační sítě je zapříčiněno kabeláží.

Diplomová práce si klade za cíl vytvoření projektové dokumentace datové sítě uvnitř zadané budovy. K plnému splnění zadání je potřeba prozkoumat příslušné normy, vybrat vhodný program pro tvorbu dokumentace, nastínit základní členění technické dokumentace a seznámit se s teorií datových sítí, kterou využiji pro tvorbu projektu.

1. Normalizace

Moderní výpočetní technika je vhodná platforma pro vytváření efektivní technické dokumentace. Tu můžeme chápat jako před-realizační přípravy, je jedno jestli se jedná o výrobu nějakého technického zařízení nebo jak v našem případě rozvržení instalace strukturované kabeláže. Technická dokumentace se řídí normami, které jsou pro to určeny. Tyto normy jsou celosvětového charakteru s mírnými lokálními úpravami, aby byly projekty srozumitelné všem. Projektování se stalo v řadě oborů nevyhnutelnou nutností, protože dnes už si nikdo nedovolí udělat jen nějaké provizorní řešení či návrh.

Norma je dokument, který poskytuje pravidla, směrnice, nebo charakteristiky ve vymezených souvislostech. Technickou dokumentaci dělíme na textovou (kusovníky, seznamy, technické zprávy) a grafickou (výkresy, grafy, schémata). Pro každý projekt je projektová dokumentace skladbou jak textových, tak grafických dokumentů.

Na projektovou dokumentaci se vztahují také zákony. Ten aktuální k datovým sítím je Zákon o elektronických komunikacích č.172/2005 Sb.

[10, 11]

1.1. Značení norem

Tvorba technické dokumentace prošla bouřlivým vývojem, když již v roce 1926 vznikla mezinárodní federace normalizačních společností ISA. Po válce v r. 1946 na ni navázala mezinárodní společnost pro normalizaci ISO, která funguje dodnes v mnoha komisích, subkomisích a skupin pro tvorbu norem. V Evropské unii na společné normalizaci pracují CEN (evropský výbor pro normalizaci), CENELEC (evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice) a ETSI (evropský institut pro telekomunikační normy).

V České republice je státním orgánem Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, jeho výkonnou složkou je Český normalizační institut. Ten vydává a zajišťuje ČSN – České normy. ČSN většinou přebírá normy

ISO (CEN) bez úprav a doplňků, normy vytváří pouze tam, kde proces mezinárodní normalizace dosud probíhá.

V případě, že norma obsahuje překlad mezinárodní nebo evropské normy beze změn, doplňků a úprav, skládá se označení normy ze značky ČSN a značky mezinárodní ISO nebo evropské CEN normy včetně jejího čísla. Jestliže je mezinárodní nebo evropská norma zavedena s doplňky nebo s úpravami, má naše národní norma číslo ČSN a vpravo pod rámečkem je uveden údaj o částečné shodě s ISO nebo CEN normou.

ČSN normy jsou v seznamu systematicky seřazeny podle šestimístného třídícího znaku. Toto číslo je uvedeno v závorce pod označením normy. První dvě čísla označují tzv. třídu norem, kdy např. pro elektrotechniku to jsou čísla 33 až 36 a pro telekomunikace pak 87.

U každé normy je uvedeno:

- Některé z označení ČSN, ČSN ISO, ČSN EN, ČSN ISO apod.
- Číslo normy (třídící znak v závorce nebo pod číslem normy)
- Název (za názvem je uveden údaj o převzetí nebo zpracování mezinárodní nebo evropské normy)
- Datum vydání (označen „V“)
- Datum účinnosti
- Změny označené podle pořadí arabskou číslicí

Jazyk normy je různý, protože překlad do češtiny by často nebyl účelný. Většina převzatých norem tak zůstává v anglickém jazyce.

1.2. Normy v telekomunikacích

Jak již bylo řečeno, technické normy týkající se výhradně telekomunikací najdeme pod číslem třídy 87. Další dvojčíslí je tzv. skupina norem, jejichž přehled je uveden v tabulce.

Aktuální používané skupiny norem pro telekomunikace:

Číslo normy	Název skupiny
8700–8704	Ostatní telekomunikační normy
8705	Evropské telekomunikační normy (CENELEC)
8710	Zkušební metody a specifikace
8715	Podnikové telekomunikace
8720	Rozbor vlivu prostředí
8725–8727	Mobilní komunikace
8730	Lidský činitel
8735–8736	Síťová hlediska
8740	Bezpečnost
8745	Pagingové systémy
8746	Přístupové sítě širokopásmové rádia
8750–8751	Rádiové zařízení a systémy, EMC a rádiové spektrum
8753	Trans-evropské svazkové rádiové sítě
8755	Digitální bezšňůrové telekomunikace
8758	Multimediální koncová zařízení a aplikace
8760	Družicové pozemské stanice a systémy
8765	Sdružené sítě
8770–8771	Signalizační protokoly a spojování
8775	Analogová a digitální koncová zařízení a přístup k síti
8780	Koncová zařízení a systémy s přímou platbou. Mobilita koncových bezšňůrových zařízení
8785	Přenos a multiplexování
8788	Pokročilý navigační a řídicí systém pozemního pohybu
8790	Normy vytvořené společnou technickou komisí EBU/CENELEC/ETSI
8795	Propojování komunikačních sítí a systémů
8798	Karty s integrovanými obvody
8799	Zpracování hovorů, hlediska přenosu a jakosti

Tab. 1.1: Přehled norem – telekomunikace

První normy týkající se samostatné datové kabeláže se objevily v USA pod označením TIA 568 a TIA 569, později TIA 11801. Z té vznikla evropská norma EN 50173, kterou ČSN plně převzala a týká se především definování materiálů, výkonové požadavky na jednotlivé úseky kabeláže a jejich prvky. K instalaci kabelových rozvodů je určena samostatná norma ČSN EN 50174, která se věnuje

specifikaci a zabezpečení kvality, plánování a postupy instalace v budovách a projektové přípravě a výstavbě vně budov.

Důležitými normami jsou také TIA/EIA 606 (značení datových rozvodů), EN 50167 (horizontální rozvody), EN 50168 (pracovní rozvody) a EN 50169 (páteřní rozvody).

Důležité normy najdeme také pro EMC – elektromagnetickou kompatibilitu – EN 55022 (limity vyzařování a rozřazení do jednotlivých tříd) a EN 55024 (odolnost proti rušení).

[12, 22]

1.3. Normy v elektrotechnice

Normy v elektrotechnice najdeme zařazeny mezi normami ČSN pod čísly tříd 33 až 38. V tabulce je uveden výčet norem, které jsou užity ve spojitosti s telekomunikacemi.

Výčet důležitých skupin norem z tříd elektrotechniky:

Číslo normy	Název skupiny
3301	Jmenovité hodnoty a značení předmětů
3305–3306	Bezpečnost elektrických zařízení
3313	Bezpečnost zacházení s elektrickými zařízeními
3340	Sdělovací zařízení a vedení
3341	Radiokomunikační zařízení
3342	Ochrana radiového signálu před rušením
3403	Pohyblivé přívody a šňůrová vedení
3423	Vnitřní sdělovací vedení
3453	Řady napětí a kmitočtů
3470	Zkoušení vodičů a kabelů
3471	Vodiče a kabely v podmínkách požáru
3472	Jádra kabelů
3477	Sdělovací vodiče a šňůry, nf, vf a koaxiální kabely
3478	Dálkové sdělovací kabely
3479	Vlnovody s příslušenstvím
3588	Optické vláknové přepínače a optická vlákna
3592	Kabely a součástky pro vláknovou optiku
3593	Technologie elektronické montáže
3660	Drátová spojovací technika, všeobecně
3667	Signály a impedance přenosových systémů
2671	Vysílače
3672	Antény
2673	Přijímače

3674	Zesilovače
3679	Elektromagnetická pole v prostředí člověka
3690	Informační technika všeobecně a terminologie
3691	Znaky, kódování, počítačová grafika a programovací jazyky
3692	Lokální počítačové sítě (LAN)
3696	Propojení otevřených systémů
3698	Zpracování a výměna dokumentů
3699	Propojení zařízení informační techniky
3700	Elektroinstalační trubky a lišty
3704	Kabelové lávky a rošty
3716	Koncovky upravených sdělovacích šňůr
3750	Používání trubek, lišt, vodičů a kabelů
3757	Křížovatky kabelových vedení
3767	Měření, vedení a napájecí stanice
3821	Kabelové rozvody

Tab. 1.2: Přehled norem – elektrotechnika

[12]

V následujících podkapitolách jsou uvedeny některé normy, které mají čtenáři osvětlit, co všechno se v normách uvádí a co v nich najde.

1.3.1. ČSN EN 50173–1

Norma ČSN EN 50173-1 ed.2 (36 7253) **Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy. Část 1 : Všeobecné požadavky** obsahuje:

- a) Změny proti předchozím normám
- b) Informace o citovaných normativních dokumentech
- c) Zdroj Evropské normy
 - CENELEC 2007-04-11 Technologies de l'information – Systèmes de câblage
- d) Obsah
- e) Úvod
- f) Rozsah platnosti
- g) Definice a zkratky – např.:

- Symetrický kabel – kabel sestávající z jednoho nebo více metalických symetrických kabelových prvků (kroucených párů nebo čtyřek)
 - Funkční vlastnosti – úroveň přenosových vlastností schopných podporovat zamýšlenou třídu aplikací
 - Univerzální kabeláž – strukturovaný telekomunikační kabelážní systém, který je schopen podporovat široký rozsah aplikací; technické prostředky pro specifické aplikace nejsou součástí univerzální kabeláže
 - Aj.
- h) Struktura univerzální kabeláže – kapitola popisuje funkční prvky univerzální kabeláže nezávisle na typu prostoru, jak se spolu spojuje a určuje rozhraní, na která jsou prvky pro specifické aplikace připojeny na univerzální kabeláž
- i) Vlastnosti kanálu – parametry vlastností prostředí kanálů jsou klasifikovány pro splnění různých podmínek, ve kterých se požaduje provoz kanálů pro typy prostor definovaných v ostatních normách souboru EN 50173
- j) Referenční provedení páteřní kabeláže – popisuje provedení univerzální kabeláže
- k) Požadavky na kabely
- l) Požadavky na spojovací technické prostředky – obsahuje požadavky k montáži, značení apod.
- m) Požadavky na šňůry a propojky
- n) Přílohy
- Meze vlastností spoje
 - Meze vlastností spoje v maximálním provedení
 - Elektrické, mechanické vlastnosti a vlastnosti prostředí spojovacích technických prostředků symetrické kabeláže

1.3.2. ČSN EN 50174-2

Norma ČSN EN 50174-2 ed.2 (36 9071) **Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů. Část 2 : Projektová příprava a výstavba v budovách** obsahuje:

- a) Změny proti předchozím normám
- b) Informace o citovaných normativních dokumentech
- c) Zdroj Evropské normy
 - CENELEC 2009-05-01 Technologies de l'information – Installation de câblages
- d) Obsah
- e) Úvod
- f) Rozsah platnosti
- g) Definice a zkratky – např.:
 - Odolnost – schopnost telekomunikačního zařízení nebo jakékoliv sítě odolávat jistým fyzikálním jevům až do určitého stanoveného rozsahu a podle zvláštních kritérií
 - Aj.
- h) Požadavky na návrh instalací kabeláže informačních technologií
 - Bezpečnost – personál, články a baterie, kabely aj.
 - Trasy – odstup kabelů, ochrana instalované kabeláže
 - Nosné systémy
 - Systémy pro vedení kabelu
 - Kabeláž
- i) Požadavky na instalaci kabeláže informačních technologií
 - Bezpečnost
 - Instalační postupy – požadavky, doporučení, instalace, označení, zkoušení aj.
- j) Odstup metalické kabeláže informačních technologií a kabeláže rozvodů napájení
- k) Elektrické rozvodné sítě a ochrana před bleskem

- l) Kancelářské (komerční) prostory
- m) Průmyslové prostory
- n) Přílohy
 - EMC a ochrana
 - Uplatňování zodpovědnosti

[16]

1.3.3. ČSN ISO/IEC 18010

Norma ČSN ISO/IEC 18010 (36 9984) **Informační technologie – Trasy a prostory pro kabeláž v areálu uživatele** obsahuje:

- a) Obsah
- b) Zdroj Evropské normy
 - ISO/IEC 18010
 - Připravena komisí SC25 a JTC1
- c) Úvod
- d) Informace o citovaných normativních dokumentech
- e) Definice a zkratky – např.:
 - Náhradní přípojka – doplňující domovní přípojka v budově, která používá jiné směrování a nabízí tak výběr z domovních přípojek, čímž se zajišťuje nepřetržitost služby
 - Systém vedení kabelu – soustava zahrnující systém hlavních kabelových tras, kabelových tras, kabelových žlabů nebo instalačních trubek, které tvoří pouzdro přizpůsobené izolovaným vodičům a (nebo) kabelům
 - Systém hlavních kabelových tras – systém žlabů zahrnujících základnu s odnímatelným krytem, které vedou izolované vodiče, kabely, šňůry a/nebo slouží i pro jiné elektrické příslušenství

-
- Bod přípojky (telekomunikační) – místo vyústění telekomunikační kabeláže po jejím průchodu vnější stěnou, podlažím nebo z instalační trubky
 - Aj.
- f) Složení infrastruktury tras a prostorů
- Rozepsáno v kap. 5.2.5
- g) Trasy v budově
- Všeobecně
 - Dvojitá podlaha
 - Systémy hlavních kabelových tras
 - Kabelové nosné systémy a rošty
 - Systémy instalačních trubek a kanálů
 - Kabeláž ve stěně
- h) Trasy v areálu a odpovídající prostory
- Trasy uložené přímo do země
 - Podzemní trasy
 - Vedení vzduchem
 - Domovní přípojka
- i) Přílohy
- Zatížení tras a kabelů
 - Domovní přípojka

1.4. Normalizace technické dokumentace

Normy vztahující se na technickou dokumentaci můžeme nalézt v Obecné třídě technických norem 01 pod skupinou 0137 – Dokumentační normy.

Základní prvky technické výkresové dokumentace dle norem 0137:

a) Formáty výkresových listů

- Používá se především hlavní třída A, která vychází ze základního formátu A0, který má plochu 1 m^2 a podobu obdélníku s poměrem stran $1 : \sqrt{2}$ (841 x 1189 mm). Postupným půlením pak vznikají menší formáty, např. A3 (297 x 420), A4 (210 x 297 mm) atd.
- Orientace formátů je teoreticky libovolná, přesto se všechny formáty (mimo A4) užívají tak, že vodorovná je delší strana formátu
- Popisové pole je při každé orientaci formátu vždy vpravo dole
- Na kreslicím listu najdeme středící značky, orientační značky, může obsahovat souřadnicovou síť, či porovnávací měřítko

b) Popisové pole

- Předtištěná tabulka, ve které jsou uvedeny základní organizační a technické údaje o výkresu
- Obsahuje většinou logo nebo název organizace, která dokument zhotovila, název dokumentu, jeho číslo, počet listů a číslo listu, měřítko, jména a podpisy odpovědných pracovníků apod.

c) Měřítko

- Vyjadřuje poměr délky předmětu ve výkresu : délce skutečného předmětu
- Nejčastěji se používá tzv. hlaví měřítko, které se uvede v popisovém poli, na výkresu mohou být zobrazeny i detaily, řezy apod. v jiném, než hlavním měřítku, toto se uvede

pod hlavním měřítkem v popisovém poli menším písmem v závorce a musí být uvedeno i u příslušného obrazu

d) Druhy čar

- Souvislá, čárkovaná, čerchovaná, tečkovaná
- Velmi tlustá, tlustá, tenká

e) Normalizované písmo

- Textová data se do technického dokumentu zapisují výhradně normalizovaným technickým písmem
- Písmo může být kolmé nebo šikmé, většinou jen písmena velké abecedy a číslice
- Základní rozměry technického písma je dáno výškou h , dané řadou 1,8 2,5 3,5 5 7 10 14 a 20. Všechny další rozměry, jako tloušťka, šířka, mezery apod. jsou dány násobkem výšky písma

f) Kóty, popisy, pozice apod.

- Na výkresu se vždy umísťují tak, aby se dali číst ve směru od jeho dolního nebo levého okraje
- Lze-li sdělení vyjádřit normalizovanou značkou, má přednost značka
- Texty musí být stručné a výstižné

[10, 12]

1.5. Další normy

Komunikační technologie si pro sebe vybírají ze široké palety norem ČSN, které musí splňovat. Jsou to například normy ze skupiny 73 – Navrhování a provádění staveb, 83 – Ochrana životního prostředí, pracovní a osobní ochrana, bezpečnost zařízení a ergonomie, 91 – vnitřní zařízení, 97 – výměna dat a další.

[12]

2. Technická dokumentace datových sítí

Projektová dokumentace tvoří základní součást realizace počítačových sítí. Před samotným projektováním by se měla provést analýza dosavadního stavu, tzv. před-projektová příprava a konzultace s konečným zákazníkem, nejlépe na místě realizace zakázky. Na základě odsouhlasení podmínek se zpracuje projektová dokumentace všech stupňů (úvodní studie, technická zpráva s návrhem technického řešení, výkresová dokumentace, realizační dokumentace, cenová nabídka), která by měla splňovat potřebnou kvalitu (očekávanou dle běžné praxe společnosti, dle platných norem a zákonných předpisů).

Tato dokumentace by měla plně dostačovat, avšak některé lepší firmy si nejprve udělají systémový návrh a realizační dokumentaci, podle níž se projekt strukturované kabeláže skutečně provede. Vzhledem k tomu, že ne vždy se dá navrhnuté řešení realizovat na 100%, zpracuje se po instalaci dokumentace skutečného provedení, kde jsou zahrnuty všechny změny v projektu, tedy dokumentace skutečného reálného stavu.

V jednotlivých podkapitolách jsou uvedeny sekce projektu, které by měla projektová dokumentace počítačové sítě obsahovat z pohledu instalační firmy.

2.1. Průvodní informace

- a) Název projektu
- b) Identifikace organizace a osob realizující projekt
 - Název firmy realizující projekt (případně její znak apod.)
 - Jméno projektanta
 - Kontaktní údaje projektanta
 - Jméno kontrolora (příp.)
 - Jméno schvalovatele (příp.)
- c) Identifikace projektu (číslo apod.)
- d) Datum vypracování projektu
- e) Identifikace zadavatele

- Název firmy, která si projekt objednala
 - Jméno fyzické osoby zastupující společnost
 - Případně jméno fyzické osoby jakožto zadavatel
 - Kontaktní údaje na zadavatele
- f) Cíle projektu
- Nastínění hrubých cílů projektu

2.2. Souhrnná technická zpráva

2.2.1. Cíle projektu

- Specifikace cílů projektu

2.2.2. Zpráva průvodního stavu

- Údaje o dosavadním stavu datových sítí
- Analýza a zhodnocení dosavadního stavu
- Způsob připojení počítačové sítě s okolním světem
- Stavební řešení místa instalace

2.2.3. Zpráva navrhovaného řešení

- Popis navrhovaného řešení
- Analýza navrhovaného řešení
- Statistické výpočty rychlosti a propustnosti sítě
- Způsob připojení počítačové sítě s okolním světem
- Nutné požadavky na stavební dispozice objektu
- Informace o splnění podmínek zadavatele
- Návrh topologie počítačové sítě
- Bezpečnost při užívání
- Zabezpečení důležitých prvků počítačové sítě
- Využitelnost realizace projektu

2.2.4. Realizační dokumentace

- Dokumentace propojení všech prvků počítačové sítě
- Dokumentace nastavení aktivních prvků sítě
- Časové vazby jednotlivých prací
- Časový rozvrh prací, etap včetně popisu postupu prací
- Vliv realizace na životní prostředí a řešení jeho případné ochrany
- Způsob zajištění ochrany zdraví a bezpečnost pracovníků

2.3. Výkresová dokumentace

- Obsahuje půdorys patra budovy nebo prostor, ve kterých se bude počítačová síť nacházet
- Jsou zakresleny telekomunikační místnosti, místa vedení kabeláže, vedení žlabů apod.

2.4. Ekonomická část projektu

- Průzkum trhu
- Náklady na aktivní a pasivní části počítačové sítě
- Náklady na stavební práci
- Náklady na instalační práci
- Náklady na zprovoznění počítačové sítě
- Náklady na chod a údržbu počítačové sítě

[13, 14]

3. Datové sítě

V současné době jsme svědky bouřlivého rozvoje datových sítí. Z původně dvou základních druhů – hlasových a datových – se dnes stále více uplatňují sítě datové. Ty již nějakou chvíli vytlačují své konkurenty, tedy sítě určené pro přenos hlasu. Již dnes jsou datové sítě schopné plně nahradit hlasové sítě a to efektivněji. Poskytují mnohem větší základnu pro rozdílné služby, umožňují implementaci nových služeb, poskytují výborné možnosti jejich vzájemného propojení a jsou tedy mnohem pružnější. Jednotný digitální způsob zpracování libovolného typu informace nabízí bohaté možnosti integrace jak služeb, tak samotných sítí.

Důležitým aspektem je také cena, která jasně hovoří pro datové sítě, fungujících na základě přepojování paketů, především díky flexibilitě a efektivitě využívání dostupných zdrojů.

V určitém okamžiku rozvoje technologií pro přenos hlasu se ukázalo, že datové sítě si dokážou poradit s přenosem stejně dobře, jako hlasové. Jedná se o technologie VoIP, či VoFR. Ukázalo se tedy, že není nutné budovat dva oddělené druhy sítí, což nebylo výhodné jak finančně, tak z hlediska správy a údržby. Výsledkem je trend konvergence, což lze chápat jako splývání dosud samostatných hlasových a datových sítí.

Pod pojmem „datová síť“ si dnes představujeme především počítačové sítě, založené na paketově orientovaném TCP/IP protokolu. Integrace je zajištěna jak stále vyššími přenosovými rychlostmi, tak také zavádění mechanismů QoS – poskytování služeb s určitou předem definovanou kvalitou.

[1, 2, 3]

Podle rozsáhlosti rozdělujeme počítačové sítě na:

LAN – lokální počítačové sítě s vysokou přenosovou rychlostí a propustností

- pro propojení počítačů v rámci jedné či více budov (max. stovky metrů až jednotky kilometrů)
- síť v rámci jedné organizace, sdílená přenosová kapacita
- koncové uzly lze vypínat bez ohrožení chodu zbytku sítě

MAN – tzv. metropolitní sítě s vysokou přenosovou rychlostí, ale s nižší propustností

- vzdálenosti max. desítky kilometrů
- síť v rámci jedné organizace, např. operátoři síťových služeb
- nepřetržitý provoz síťových uzlů

WAN – tzv. rozlehlé sítě propojující sítě MAN a LAN

- nižší přenosová rychlost (krom optických páteří) a nízká propustnost
- dosah stovky až tisíce kilometrů
- vlastnictví jednoho i více sdružení, operátorů nebo spojových organizací
- nepřetržitý provoz síťových uzlů

[1]

V dnešní době se však rozdíly často stírají, především v rychlostech a propustnosti komunikace díky použití nových technologií. Navíc vzájemné propojení lokálních sítí prostřednictvím sítí rozlehlých znamená, že sítě LAN se stávají koncovými uzly sítí WAN. Se stále rostoucím počtem vzájemně propojených sítí WAN pak vzniká konglomerát vzájemně spojených sítí, ve kterém se pro uživatele ztrácejí rozdíly mezi lokální či rozlehlou sítí. Největším rozdílem pak zůstává hardwarové vybavení a způsob přístupu k síťovým prostředkům.

[1, 3]

Počítačové sítě mají mnoho plusů i mínusů, které by se daly shrnout:

Výhody:

- rychlá komunikace – zjednodušení a rychlost komunikace mezi lidmi
- rychlá elektronická a pohodlná forma přenosu dat a jejich sdílení
- sdílení dat, prostředků, periférií, jako tiskáren apod.
- centralizace správy počítačových systémů
- centrální řízení procesů, centrální dohled nad monitorovanými objekty
- prostředek vzdělání, zábavy, obchodu, reklamy, bankovních služeb apod.
- vysoká spolehlivost systémů
- vzdálená spolupráce při řešení různých úloh

Nevýhody:

- jednoduché šíření počítačových virů a nebezpečí útoku na data a systémy
- prostředek pro provozování nelegálních aktivit
- porušování autorských práv
- možnost odposlechu komunikace, či pozměnění přenášené informace
- změna psychiky a komunikativních schopností lidí

[1]

Má diplomová práce se bude zabývat návrhem LAN sítě uvnitř budovy, proto jejímu popisu bude věnována celá další kapitola.

4. LAN sítě

Sítě LAN jsou bezesporu nejrozšířenějším typem počítačové sítě dnešní doby s přibývajícím všeobecností výpočetní techniky a internetové konektivity. Síť LAN, jak již název napovídá, lokální, se nejčastěji rozkládá v jedné místnosti, několika místnostech, v jedné či několika sousedních budovách. Vzdálenost mezi jednotlivými uzlovými počítači lokální sítě jsou tedy jednotky až stovky metrů, pouze výjimečně více jak 1 km.

Síť LAN spojuje nejčastěji osobní počítače a různé periférie, s čímž souvisí potřeba jiného řízení, nežli tomu je u sítí WAN. Zatímco v nich nedochází ke ztrátě paketů z důvodu neustálého provozu terminálových strojů a serverů, počítače v LAN sítích povětšinou fungují jen po dobu jejich potřeby. S tím pak souvisí i osud zpráv, které nelze adresátům hned předat. V LAN sítích tak dochází k zahazování nedoručených paketů, aby zbytečně nezatěžovaly síťové prostředky.

Přesto síť LAN poskytuje největší komfort práce. Síťové prostředky a software v sítích LAN je postaven na jednom základě, což zvyšuje bezpečnost a zjednodušuje komunikaci všech zúčastněných stran.

4.1. Topologie a přístupové metody

Důležitým aspektem počítačových sítí je topologie, která si také prošla svým vývojem. Historicky nejstarší, ale určitě nejpoužívanější je hvězdicová topologie, kterou se již propojovaly sálové počítače.

Neméně důležitým aspektem jsou metody přístupu na spojovací vedení. Ty určují způsob, která ze stanic pracujících v síti LAN, hodlajících ve stejném okamžiku vysílat, tuto zprávu opravdu odešle. Je to tedy pravidlo, kterým se rozhoduje mezi stanicemi soutěžících o přístup na vedení. Přístupové metody existují v základu pouze dvě, tj. Token a CSMA. Všechny ostatní, více či méně známé, jsou pouze odvozené deriváty z těchto dvou základních.

4.1.1. Sběrníková topologie

Topologie vznikla díky použití koaxiálního kabelu v minulosti. K propojení stanic je použito průběžné vedení, k němuž jsou jednotlivé stanice připojeny pomocí odbočovacího prvku – BNC T-konektoru.

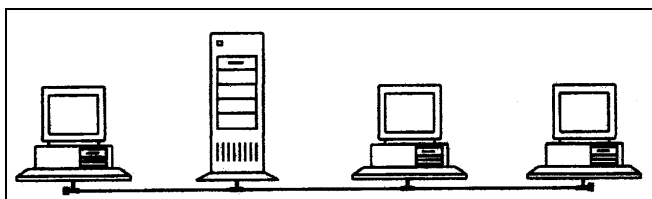
Výhodou je jednoduchost propojení (od stanice ke stanici) a menší spotřeba propojovacího kabelu (nižší nároky na případné stavební úpravy), málokdy jsou potřeba aktivní prvky sítě, tedy souhrnně finanční náročnost.

Nevýhodou je naopak zranitelnost, kdy malá porucha např. T-konektoru vyřadí z provozu celou síť, maximální délka jedné větve je 180m a rychlost sériového přenosu dat po jednom kabelu 10Mb/s (výjimečně až 100Mb/s). K nevýhodám patří také obtížné větvení sítě, kdy každá větev musí být zapojena na jednu síťovou kartu serveru. Určitým řešením je použití jednoúčelového počítače s volitelným množstvím síťových vstupů (více portové repeatery).

U koncových stanic musí být připojen ukončovací odpor, tzv. BNC konektor s tzv. terminátorem (nejčastěji 50 nebo 75, 93 ohmů), aby se zabránilo odrazům na volném konci vedení.

V současné době se však používají pouze ve speciálních případech, jako např. zabezpečovací systémy apod., především kvůli nízké přenosové rychlosti a uvedeným nevýhodám.

[1, 4]



Obr. 4.1: Schéma sítě se sběrníkovou topologií

4.1.2. Kruhová topologie

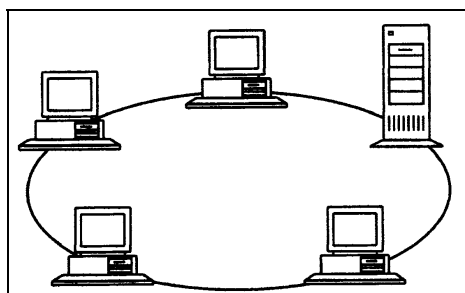
Stanice jsou připojeny do tvaru kruhu, v podstatě se jedná o sběrníkovou topologii uzavřenou do kruhu.

Výhodou je koncepce sítě, ta je jednoduchá a stejně jako u sběrníkové topologie jsou nároky na spotřebu kabelového vedení nízké. Ring topologie, jak se také označuje, je bezkolizní a má vysokou propustnost.

Nevýhodou je pouze jednosměrnost přenosu (proto se někde používají dva kruhy), data jsou předávána od stanice ke stanici v ustáleném směru. U každé stanice musí být tzv. MAU jednotka, která přemostuje vypnuté, nebo odpojené stanice kruhu, jinak by se síť zhroutila.

Topologie se pro své vlastnosti uplatnila pro použití optických rozvodů v páteřních (tzv. backbone) linkách. Tam si to můžeme dovést díky stále připojeným aktivním uzlům hvězdicové topologie, která na ně navazuje.

[1, 4]



Obr. 4.2: Schéma sítě s kruhovou topologií

4.1.3. Hvězdicová topologie

Jak již název napovídá, topologie má podobu hvězdy, kdy v jejím středu je centrální uzel, např. rozbočovač (HUB) a k němu jsou připojeny jednotlivé stanice. Centrální uzel je nejdůležitějším místem v síti pro funkčnost a bezchybnost přenosu dat v síti.

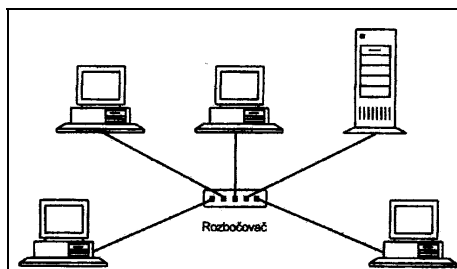
Výhodou je menší náchylnost k poruchám, kdy při poruše vedení se nemusíme bát výpadku celé sítě - vysoká spolehlivost, paralelní přenos dat a tedy vysoká rychlost přenosu a její flexibilita, kdy přidáním dalších rozbočovačů můžeme síť bohatě rozšiřovat.

Naopak nevýhodou je především velká spotřeba kabeláže a prostoru, kudy ho vést. To lze alespoň částečně omezit dobrým zvážení umístění centrálního prvku. Ten se ale stává i nevýhodou této topologie, protože jeho výpadek znamená odstavení a jeho výkonnost přímo ovlivňuje vlastnosti celé sítě. Délka větve od aktivního prvku se uvádí max. 90-150m.

V dnešním reálném prostředí (složitějších budovách) se používá rozšířená hvězdicová topologie, nazývána jako hierarchická hvězda (špatně označovaná jako stromová), kdy jsou k sobě hvězdicovým způsobem připojeny aktivní prvky sítě.

V horizontálních sítích se používá pouze jediné fyzické topologie – hvězda.

[1, 4, 22]



Obr. 4.3: Schéma sítě se hvězdicovou topologií

4.1.4. Topologie Polynom

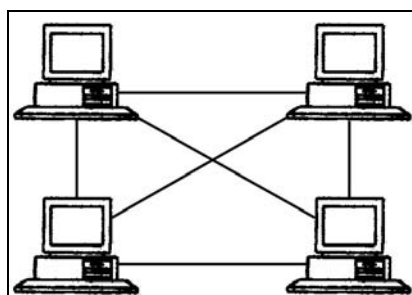
Posledním typem topologie počítačových sítí je polynom (špatně označován jako polygon). Jeho charakteristikou jsou navzájem propojené uzly sítě tak, že mezi každými dvěma vždy existuje přenosová cesta. Jedná se o jedinou topologii, která není definována normou, neboť norma mluví o topologii hvězda se záložními vedeními (vytvoří polynom).

Výhodou je nejvyšší dosažitelná bezpečnost (nejvýhodněji řeší záložní trasy) a rychlost doručení dat.

Nevýhodou samozřejmě nutná spotřeba kabelového vedení a náročnost provedení v místě užití. Proto se často používá neúplný polynom, kde jsou použity redundantní spoje pro ne všechny dva uzly sítě.

Tato topologie se tak používá především na úrovni propojení směrovačů.

[1]



Obr. 4.4: Schéma sítě polygonovou topologií

4.1.5. Metoda přístupu Token

S příchodem propojení víc počítačů vznikla potřeba řízení přístupu k médiu. Řešení několika firem zcela komerčně převálcovalo řešení od firmy Intel – metoda Token. Ten převzal řešení pro vysílání z rádiové metody přístupu, kterou přenesl na spojení drátem.

Stanice spojené původně do kruhu využívají přístup na sdílené médium, který je založen na právu vysílání vždy pouze jediné stanice v každém okamžiku. Metoda pracuje na Linkové vrstvě s MAC adresami. Toto právo (tzv. token) si stanice mezi sebou postupně předávají v jednom směru daným fyzickým připojením. Výhodou této metody je její odolnost proti zahlcení i při vysokém zatížení sítě, nekolizní a deterministický charakter.

Metoda se však nevyužívá jen u topologií kruh, ale i na sběrnici či hvězdě lze vytvořit logický kruh, na kterém se Token předává. Algoritmus metody je však složitější, neboť musí udržovat stanice v logickém kruhu i přes jejich odpojování či připojování. Logický kruh nejčastěji uspořádává podle MAC adresy vzestupně. To řídí a logický kruh spravuje tzv. ACM, které zabezpečuje:

- Řízení přístupu k médiu
- Detekci chyb a obnovu provozu sítě
- Inicializace a udržování logického kruhu
- Připojování a odpojování uzlů ze sítě

Metoda se využívá ve všech standardech, kromě Ethernetu, tedy Arcnet, FDDI, Token Ring, Token Bus, ATM a další.

[1, 5, 22]

4.1.6. Metoda přístupu CSMA/CD

Mluví se o ní jako o naléhající metodě CSMA, metodě náhodného přístupu nebo jako o metodě s detekcí kolize (nosné). Principiálně vyšla z bezdrátových sítí a dnes se u Wi-Fi používá její modifikace (viz. 4.1.7.).

Stanice, která chce vysílat, zkontroluje vedení (detekce nosné), pokud je volné, může vysílat, ale přitom stále kontroluje, zda-li je vedení i v době vysílání volné. Pokud ve stejném okamžiku začala vysílat i jiná stanice, dojde k tzv. kolizi a ta stanice, která kolizi zjistí, vyšle na vedení tzv. Jam pattern – kolizní signál o délce 32 bitů. Obě stanice přestanou vysílat a vygenerují si náhodný časový úsek, který čekají, než se pokusí data znovu odeslat.

Základními principy tak jsou naslouchání nosné, detekce kolize a náhodnost zpoždění. Díky němu pak metodu označujeme za stochastickou, tedy že nemůže zaručit časový interval doručení zprávy tak, jako je tomu u předchozí metody.

Tato metoda přístupu k médiu je velmi efektivní při nižším zatížení sítě, její efektivita ale klesá při větším počtu zájemců o vysílání. Maximální využití kapacity sítě může být cca. 80% kvůli nutnosti dodržování min. časových odstupů mezi vysílanými rámci. Řešení tohoto problému se provádí zvýšením přenosové kapacity, nebo rozdělením kolizních domén na několik menších, např. zmenšením sítě pomocí směrovačů.

Nepoužívá se u bezdrátových sítí, kde není možné neustále detekovat kolize, naopak své místo si našla u všech standardů Ethernetu.

[1, 5]

4.1.7. Metoda přístupu CSMA/CA

Metoda plně vychází z CSMA/CD, nenaléhající metoda CSMA/CA se liší pouze v tom, že nedetekuje kolize. Tomu předchází tak, že chvíli naslouchá na přenosovém médiu, pokud je volné, zahájí vysílání, pokud ne, médium pravidelně kontroluje a čeká, než bude přenosové médium volné.

Tuto metodu používají bezdrátové sítě Wi-Fi, kde stanice při volném médiu čekají náhodně zvolenou dobu a pokud do té doby neobsadí médium někdo jiný, odvysílá datový rámec a následně čeká na jeho potvrzení.

[1, 5]

4.2. Aktivní prostředky sítě

Aktivní prvky tvoří srdce každé počítačové sítě. Postupně rozdílné funkce se postupně asimilovaly, až dnes máme tři základní aktivní prvky sítě – Rozbočovač (HUB), Přepínač (Switch) a Směrovač (Router). Ty dnes plně dokáží svou inteligencí zastoupit dříve používané opakovače nebo mosty, přesto se i ty v omezené míře dají dnes koupit. Do aktivních prvků také vstoupily Wi-Fi sítě především tzv. AP (Access Point) přístupové body, ty se ale vývojem čím dál častěji přesunují do routerů. U aktivních prvků sítě platí, že vždy prvek pracující na vyšší entitě síťového modelu musí provádět definované operace na nižších vrstvách.

4.2.1. Rozbočovač (HUB)

Rozbočovače jsou prvky sítě pracující na fyzické úrovni vrstevného modelu sítě. Jejich hlavním úkolem je obnova signálu, tedy regenerace tvaru, úrovně a časové polohy pulzů. Opakovače sloužily jen pro jednu linku, zatímco rozbočovače mají portů hned několik a plně opakovače nahradily. Všechny porty pracují stejnou rychlostí. Mají obvykle 8,12,24 a více portů.

Signál přijatý na určitý port je generován a odeslán na všechny ostatní porty (nikoliv na původní), což do komunikace vkládá minimální zpoždění. Všechny části sítě, takto spojené do jednoho rozbočovače, tvoří jeden fyzický kanál, jednu kolizní doménu u sítě Ethernet. U kruhové topologie se rozbočovače nepoužívají, neboť tam se stará o regeneraci signálu přijímací část jednotlivých stanic.

Rozbočovače jsou pro síť zcela neviditelné, nemají fyzickou ani síťovou adresu a většinou neobsahují ani žádný dohledový modul. Ty jsou užity ve vyšších řadách těchto zařízení, jenž dokážou rozpoznat a odpojit vadný port, nebo zálohovat vadný port portem jiným.

Sítě postavené na rozbočovačích dnes prakticky skoro nenajdeme, přesto se někde dají použít a takovou síť označujeme za sdílenou. Setkat se tak dnes můžeme spíše s TV hubem, který výše zmíněné vlastnosti uplatňuje u TV signálu.

4.2.2. Přepínač (Switch)

Přepínače jsou spojovací prvky pracující na linkové vrstvě a slouží k propojení či oddělení částí sítě. Jejich hlavní funkcí je přepínání paketů na základě informací uložených v přepínací tabulce, která obsahuje vazbu mezi hardwarovou (fyzickou, MAC) adresou a odpovídajícím portem, kam je stanice připojena.

O vyplnění směrovací tabulky se stará sám switch, který nečte jen adresy cílové, ale i zdrojové, díky nimž si po krátkém čase dokáže přiřadit adresu stanice správnému portu. I kvůli tomu je potřeba, aby případné připojení více uzlů bylo vždy řešeno hierarchickou hvězdou a případné záložní cesty byly deaktivovány. V případě výpadku standardní cesty je pak switch schopen v krátkém čase aktivovat spojení na záložní trase – stará se o to STP protokol.

Přepínač má také vyrovnávací paměť, která mu umožňuje bezproblémovost rozdílných rychlostí na jednotlivých portech a jejich automatické rozpoznání, přepínači tak nevadí krátkodobé zahlcení. I díky tomu dochází v přepínači ke zpoždění, přesto dnešní směrovače již dokážou číst, co je v paketech obsaženo a např. VoIP pakety přednostně zpracovávají.

U Ethernetu má přepínač důležitou vlastnost rozdělení kolizních domén. Pro unicast pakety je kolizní doména pouze mezi switchem a jedním připojeným zařízením, pro multicast skupina a pro broadcast všechny zařízení.

Přepínače dokáží filtrovat a kontrolovat přijaté datové jednotky, dokáží tak rozpoznat při detekování kolize porušená nebo neúplná data, která ignoruje, čímž zabraňuje zbytečnému blokování stanic. I z tohoto důvodu se pro Ethernet používají minimálně přepínače.

Přepínače jsou dnes dva typy – L2 a L3 označovaný jako Routing switch. Označení nám jasně napovídá, který pracuje na které vrstvě. L3 switche používáme tam, kde nesmíme dopustit zahlcení sítě broadcastovým vysíláním, tedy ve velkých sítích. To je taky rozdíl oproti L2 switchům, avšak L3 switch nejprve musíme naučit co a jak má dělat.

Síť založenou na aktivním prvku switch nazýváme spínanou. Je důležité nezapomenout, že můžeme za sebe připojit maximálně 7 switchů (vliv zpoždění), nejlépe jednoho výrobce (modelu), aby byla komunikace v síti plně funkční.

4.2.3. Směrovač (Router)

Směrovače pracují na síťové vrstvě a zahrnují fyzickou i linkovou vrstvu. Jejich hlavním úkolem je směrování paketů jednotlivými sítěmi, ležícími mezi zdrojovou a cílovou sítí. Používají se především pro připojení sítě LAN do MAN, případně WAN, avšak nic nebrání je použít ani pro připojení či oddělení sítí LAN.

Znalost struktury paketů na síťové vrstvě také předurčuje routery k možnosti implementace firewallu. Routery se od switchů odlišují především v inteligenci a možnosti směrování mezi broadcast doménami. Nenahrazují však funkci gateway, které slouží pro převod mezi různými typy sítí, např. Ethernetem a Frame Relay.

Inteligence směrovače umožňuje implementaci směrovacích protokolů a mechanismů, v jejichž důsledku si udržuje stále aktuální směrovací tabulku a odesílání dat se řídí pravidly jednotlivých protokolů, mezi nejznámější pak patří např. RIP protokol, či OSPF protokol atd. Zde již dokáže i člověk spravovat záznamy směrovacích tabulek statickými záznamy.

Směrovače umožňují síť dělit dle síťových adres, fyzické adresy tak nebere v potaz. Hierarchické adresování umožňuje rozdělení velké sítě na strukturu menších sítí, čímž se zjednoduší vyhledávání cílové stanice.

Na druhou stranu platí, že čím vyšší vrstva ISO modelu a čím větší inteligence, tím je daný prvek pomalejší. Proto se např. v průmyslu používají hardwarové aktivní prvky, avšak komerční sféra by je nikdy nezaplatila.

Síť složená z routerů se nazývá směrovaná síť.

[1, 2, 24]

4.3. Typy sítí LAN a jejich standardy

Typ sítě se může skládat z jednoho nebo více standardů, které definují řadu parametrů sítě, které při její realizaci musejí být dodrženy. Jedná se především o rychlost přenosu dat, pravidla pro fyzické propojení stanic, použité topologie, způsobu přístupu na spojovací médium atd.

Můj zájem bude především o dva dnes nejrozšířenější standardy, které použiji v mé diplomové práci – Ethernet a Wi-Fi, jenž jsou popsány níže. Mezi síťové standardy pro sítě LAN ale patří také ARCNet, Token Ring, Token Bus, AnyLAN, FDDI, ATM a další.

4.3.1. Ethernet

V současnosti nejrozšířenější a jediný navrhovaný standard používaný na celém světě skrývající se pod označením standardu IEEE 802.3. Pochází od firem Intel a Xerox z půlky 70. let a původně byl určen pro sběrníkovou technologii, tedy se sdílenou povahou a na bázi poloduplexního přenosu dat díky přístupové metodě CSMA/CD. Rychlosti nad 10 Mb/s již Intel dělal sám.

Dnes je primárně užívána hierarchická hvězdicová architektura, Ethernet může data přenášet po různých přenosových médiích, od původního tlustého koaxiálního kabelu přes tenký koaxiální kabel, dnes standardně kroucený pár až po optické kabely, dosahuje rychlosti až desítek Gb/s a výborně spolupracuje se systémy bezdrátových spojení.

Hlavními přednostmi tedy jsou široká podpora, nízká cena, jednoduchost technologie, správy a údržby, snadné nasazení sítě a kompatibilita produktů všech výrobců.

Použití přenosového média, rychlosti a druh přenosu, max. délky vedení a další vlastnosti definují jednotlivé standardy rodiny 802.3. (viz. tabulka 4.1).

Přehled standardů rodiny 802.3 Ethernet:

Rychlost sítě	Standard	Typ	Popis
10 Mb/s	IEEE 802.3	10Base5	Sběrníková topologie, Tlustý Ethernet, používá 4x stíněný koaxiální kabel, max 500m
	IEEE 802.3	10Base2	Sběrníková topologie, Tenký Ethernet, koaxiální kabel, max 180m
	IEEE 802.3	10Base-T	Ethernet, UTP nebo STP kat. 3 a výš, max 100m
100 Mb/s	IEEE 802.3u	100Base-TX	Fast Ethernet FE, používá UTP nebo STP kabel kat. 5, max 100m
	IEEE 802.3u	100Base-T4	FE pro starší rozvody, používá kabely kat. 3,4,5, max 100m
	IEEE 802.3u	100Base-FX	FE používající MM optické vlákna, max 1350m
1 Gb/s	IEEE 802.3ab	1000Base-T	Gigabit Ethernet GE, UTP kabeláž 5,6, max 100m
	IEEE 802.3z	1000Base-SX	GE na mnohavířovém optickém vlákně, páteřní síť, max. stovky metrů
	IEEE 802.3z	1000Base-LX	GE na jednovířovém optickém vlákně, max do 10km
10Gb/s	IEEE 802.3an	10GBase-T	Ten Gigabit Ethernet 10GE, max 100m, kat. min. 6a (ta je zatím v návrhu), zatím nejsou konektory
	IEEE 802.3ak	10GBase-LR	10GE Ethernet, i více jak 25 km, SM optické vlákno, 1310nm laserový paprsek
	IEEE 802.3ak	10GBase-SR	10GE Ethernet, max 300m, MM optické vlákno, 850nm laserový paprsek
40–100 Gb/s	IEEE 802.3ba		Standart ve vývoji, SM OV max 40km, MM OV max 100m

Tab. 4.1: Standardy 802.3 Ethernetu

Pokud se stane, že potřebujeme Ethernet dotáhnout do míst, která nevyhovují standardu, musíme si spočítat tzv. Bit budget 512, což je vzorec pro výpočet zpoždění na přenosovém kanálu. Nejčastěji výpočet použijeme, pokud nám nestačí daných 100 m pro přenosový kanál. U Ethernetu nesmí přesáhnout dobu 51,2 μ s, při zvyšující se přenosové rychlosti se mezní časy snižují přímo úměrou, tedy Fast Ethernet 5,12 μ s atp.

$$B_{512} = [(z_l \cdot 2)] + [(z_p) \cdot 2] + [(z_a) \cdot 2] < \underline{51,2 \mu s}$$

Ve vzorci najdeme z_l zpoždění linky, z_p zpoždění připojovacího prvku a z_a zpoždění v LAN adaptéru.

Ethernet z pohledu fyzikálních vlastností:

Ethernet – 5 V logika, 2 stavy (0,1), přesnost detekce 2,5 V, přenosová rychlost 10 Mb/s a využity jsou 2 páry.

Fast Ethernet – 5 V logika, 2 stavy (0,1), přesnost detekce 2,5 V, přenosová rychlost 100 Mb/s a využity jsou 2 páry.

Gigabit Ethernet – 5 V logika, 4 stavy (00,01,10,11), modulace PAM-5, přesnost detekce 1,25 V, přenosová rychlost 1.000 Mb/s a využity jsou 4 páry nebo optický kabel.

10 Gigabit Ethernet – 5 V logika, 16 stavů (0000,0001,atd.), přesnost detekce 0,3125 V, přenosová rychlost 10.000 Mb/s a je doporučeno použít optický kabel.

V současnosti se Ethernet s rychlostmi až 40Gb/s uplatňuje i na poli WAN sítí (odkaz [6]).

[1, 2, 3, 5, 22, 24]

4.3.2. Wi-Fi

Wi-Fi byla primárně určená k náhradě kabelového ethernetu (tedy spojení bod-bod), avšak dnes z něj máme bezdrátovou síť v bezlicenčním pásmu 2,4 GHz (nově i 5 GHz), které je dostupné prakticky na celém světě. Wi-Fi je pouze komerční, avšak hodně používaný název, správně by se měla tato bezdrátová síť označovat jako standart IEEE 802.11.

Intenzita signálu Wi-Fi, tedy především přenosová rychlost, je ovlivněna vzdáleností vysílače a přijímače, zarušením přenosového pásma, kolizí a přímou viditelností. Překážky v trase signálu jako stromy, stěny, ale i špatné počasí apod. signál tlumí. Při přímé viditelnosti a v závislosti na použité anténě a technologii lze připojit dvě zařízení až na vzdálenosti 350–1000 m, v budovách se maximální dosah prudce snižuje na 30–100 m. Maximální přenosová rychlost základního standardu 802.11b začíná na 11 Mb/s, avšak nejnovější standart 802.11n poskytuje teoretickou rychlost až 600 Mb/s.

Reálně dosahované přenosové rychlosti tedy závisí na podmínkách, v jakých je Wi-Fi síť provozována. Rychlost signálu pak neklesá kontinuálně, nýbrž skokově po několika krocích. Např. u 802.11b je za ideálních podmínek 11 Mb/s, v případě nepříznivých podmínek se snižuje na 5,5 Mb/s, pak 2 Mb/s a nakonec 1 Mb/s. Rychlost přenosu klesne automaticky při zhoršené kvalitě signálu, protože nižší rychlostí se Wi-Fi zařízení snaží zvýšit kvalitu přenosu. Jakmile se mu to podaří, snaží se o opětovné zvýšení kvality, po jejímž dosažení opět zvednou přenosovou rychlost. Tento mechanismus se nazývá ARS.

Vývojová linie standardu 802.11:

Rychlost přenosu max.	Standard	Přenosové pásmo	Popis
1–2 Mb/s	802.11	2,4 GHz	Základ bezdrátového přenosu, přenosové techniky FHSS, DSSS a IR
11 Mb/s	802.11b	2,4 GHz	Přenosové techniky FHSS, DSSS, reál. rychlost do 6Mb/s
54 Mb/s	802.11a	5 GHz	Přenosová technika OFDM, reál. rychlost do 25Mb/s
54 Mb/s	802.11g	2,4 GHz	Nejrozšířenější standard, přenosová technika OFDM a CCK, reál. rychlost do 30Mb/s
600 Mb/s	802.11n	2,4 i 5 GHz	Nejnovější standard, přenosová technika MIMO, reálné rychlosti zatím do 130 Mb/s

Tab. 4.2: Standardy 802.11 Wi-Fi

Jako metodu přístupu na médium používá CSMA/CA, problém však může nastat při tzv. vysílání „skrytého uzlu“, kdy některé stanice nejsou schopny detekovat vysílání všech ostatních stanic např. v případě velké vzdálenosti mezi vysílacími stanicemi. Proto se využívá rozšířená metoda o tzv. DFW, kdy stanice před samotným vysíláním nejprve odešle dva rámce a čeká na jejich potvrzení. Potvrzení pak centrální bod Wi-Fi sítě odešle všesměrově na sdílené médium, čímž upozorní i ostatní stanice o tom, aby se v daný moment nesnažily o přístup k přenosovému kanálu. Ne vždy se ale metoda DFW používá, neboť snižuje propustnost sítě. Metodu lze úplně vypnout, nebo upravit na přesné podmínky sítě (např. zprovoznění metody až od určité délky přenášeného rámce apod.)

Hlavní výhodou Wi-Fi sítí je nepotřeba fyzických přenosových médií, její cena i široké rozšíření certifikovaného zařízení. Omezeně se za určitých podmínek dá za výhodu považovat také mobilita stanic, kdy se můžeme pohybovat

v uzavřeném prostoru pokrytý signálem, nebo si nás mohou předávat jednotlivé AP mezi sebou (buňkové sítě řízené pomocí switchu).

Nevýhody, chcete-li rizika, jsou spojeny především se zabezpečením přenosu a možného zneužití či odposlechu přenášených dat a také neudržení stálé rychlosti a kvality spojení. Nevýhodou je také použití bezlicenčního pásma, které především v nejhustěji zastavěných centrech měst již téměř vyčerpalo svou kapacitu.

Wi-Fi sítě musíme kvůli hrozbám odposlechu a zneužití přenášených dat chránit, což se provádí šifrováním přenášených paketů. To provádějí bezpečnostní protokoly. Úplně nejjednodušší formou zabezpečení je použití skrytého SSID (identifikátor sítě), kdy si zájemce o připojení musí zadat SSID sám, tedy musí ho znát.

Přehled bezpečnostních protokolů Wi-Fi sítí:

Protokol	Standardy	Rok certifikace	Popis
WEP	802.11b,g	1999	24b kód, později až 40b, bohužel lehce prolomitelný, nejslabší ochrana
WPA	802.11b,a,g	2002	Dynamické šifrovací klíče o délce 48b
WPA2	802.11b,a,g,n	2004	Obousměrná autentizace, AES šifrování 128b klíče, zatím neprolomen
WPS	802.11b,a,g,n	2007	Spojuje WPA2 protokol s fyzickým používáním USB Tokenu, zadáním PINU nebo čipových karet pro inicializaci

Tab. 4.3: Standardy 802.11 Wi-Fi

[1, 3, 7]

5. Pasivní vrstva datových sítí

Aktivní síťové prostředky by mezi sebou nedokázaly komunikovat, kdyby nebyly spojeny, kdyby se neměly tyto linky jak propojit a do čeho uložit. Těmto pasivním prostředkům datových sítí tak bude věnována samostatná kapitola.

Už při návrhu sítě si je třeba uvědomit, jaký typ spojovacího vedení použijeme i s ohledem na přestavbu na perspektivní a rychlejší typy daného síťového standardu s ohledem na budoucnost.

Zcela základní dělení přenosové cesty pak poskytuje dvě hlavní skupiny, tedy kabelové a bezdrátové. Kabelové vedení dále můžeme rozdělit na metalické a optické, dle zvoleného materiálu. Bezdrátové pak na rádiové, družicové a optické.

Spojovací vedení a konektory slouží k přenášení dat mezi stanicemi. Základní vlastnosti vedení jsou určeny typem síťového standardu, který je v síti použit. Jelikož se můj návrh sítě LAN bude využívat Ethernet a Wi-Fi, budu se též zabývat pouze možnostmi vedení v těchto standardech.

Nedílnou součástí přenosové cesty jsou také datové rozvaděče, patch panely, organizéry, kabelové trasy apod. Také o nich se v této kapitole zmíním.

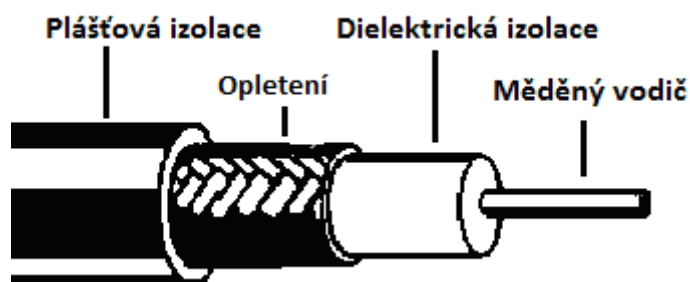
[1, 24]

5.1. Koaxiální kabel

Vzhledem k možnostem použití pouze u sběrníkové topologie se koaxiální kabel v sítích LAN dnes již nepoužívá, přesto dvouvodičové asymetrické (co-axiální) uspořádání, tvořené středovým (živým) měděným vodičem a opletením z měděných drátků (v podstatě druhý vodič), který zároveň zabraňuje působení vlivů z okolního prostředí a naopak, spolu s polyetylenovou izolací stojí za zrodem a vývojem datových sítí. Přenášený signál je elektrický potenciál mezi středním vodičem a vrstvou opletení. Jedná se o kabel nestíněný, kdyby se přidala ještě jedna stínící vrstva, jednalo by se pak o tzv. triax.

Koaxiální kabel má dobrou ochranu proti elektrickému rušení, velmi vysoké přenosové rychlosti a díky téměř konstantní vzdálenosti obou vodičů také lepší vlastnosti impedance oproti kroucenému páru.

Přesto se na poli datových sítí neprosadil, neboť nedokázal splnit požadavky na univerzální kabeláž, kterou by se daly propojit telefon i data. Dalším důvodem mohla být slabá ochrana proti magnetickému rušení, naopak je méně náročný na výrobu.



Obr. 5.1: Schéma vrstev koaxiálního kabelu

V Ethernetu se jednalo o dva druhy koaxiálních kabelů, které se lišily především tloušťkou vedení. Oba měli impedanci $50\ \Omega$ a byly na koncích ukončeny terminátory.

Nejprve se jednalo o tzv. **tlustý** (thick), kdy průměr vodiče byl asi 10 mm, vodič jádra je obklopen čtyřmi vrstvami izolačního a stínícího materiálu a používal speciální konektory TCR. Měl vysoké pořizovací náklady a vzhledem k průměru vodiče byl velmi málo ohebný, což stěžovalo jeho instalaci.

Následně se přešlo na **tenký** (thin), kdy vodič o průměru 5 mm byl stíněn jen jednou vrstvou odděleným izolačním materiálem (Obr. 5.1). Na jednom segmentu může být maximálně 30 stanic, které byly propojeny BNC a T-BNC konektory. Měl sice o něco horší vlastnosti, čímž se snížila maximální délka vedení z 500 m na 180 m, ale díky lepší ohebnosti byla instalace pohodlnější.

5.2. Strukturovaná kabeláž

Strukturovaná kabeláž tvoří základní prvek infrastruktury moderní počítačové sítě. Kabelový metalický nebo optický systém umožňuje přenos nejenom dat, ale používá se pro propojení telefonů, přenos videa, spojení zabezpečovacích prvků apod.

Univerzálnost strukturované kabeláže je zajištěna využitím párových kabelů a díky jednoduchému přepojení jedné služby na druhou v přepojovacím poli. Tu nedokáže nabídnout žádná jiná kabeláž. Strukturovaná kabeláž zajišťuje garance funkčnosti všech známých a standardizovaných přenosových protokolů.

Budování strukturované kabeláže musí být přehledné a jednoduše pochopitelné pro všechny organizace, které s ním přijdou do styku. Vybudování kabeláže tak musí předcházet promyšlené plánování, přehledné seskupení kabelů do kabelových svazků, jejich fyzické přesné označování a dodržování norem a doporučení jak při projektování, tak při instalaci.

První norma pro kabeláž kategorie 3 pochází z roku 1989 z Ameriky a byla označena EIA/TIA 568. Původně americká norma se s jejím rozšiřováním o nové kabeláže stala celosvětově uznávanou pod normou ISO IEC IS 11801 Mezinárodní standardizační organizací.

Požadavky na strukturovanou kabeláž jsou především víceúčelovost, dostatečná rychlost dle použitého standardu, životnost kabelu, jednoduchá montáž a tzv. morální životnost neboli možnost perspektivního řešení do budoucna (min. 10-20 let). Samotná životnost kabeláže se dnes uvádí až 25 let. Životnost je garantována díky tomu, že kvalita strukturované kabeláže je přímo úměrná kvalitě odvedené práce instalačních techniků.

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah	Obvyklé použití
A	1	do 100 kHz	analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet – 10 Mb/s
-	4	do 20 MHz	Token Ring
D	5	do 100 MHz	Fast Ethernet, ATM155, Gigabit Ethernet
E	6	do 250 MHz	ATM 1200
F	7	do 600 MHz	10 Gigabit Ethernet

Tab. 5.1: Přehled tříd použití sítě

V tabulce 5.1 jsou rozepsané třídy použití sítě a kategorie komponent kabeláže. Zde je důležité si uvědomit rozdíl mezi třídou a kategorií. Kategorie určuje klasifikaci materiálu pro linku a kanál, rozlišovacím kritériem je kmitočet a my to můžeme chápat, jako klasifikace použitého materiálu.

Třída klasifikuje kanál třídami A až F, kde rozlišovacím kritériem je opět kmitočet. Neplatí totiž vždy, že pokud použijeme kabely Cat5, musíme dosáhnout na třídu použití sítě D. Příčinou bude neodborná nebo nekvalitní montáž. Z toho důvodu se vždy snažíme nechat instalaci strukturované kabeláže odborné firmě se zkušenostmi a s garancemi na kvalitu své odvedené práce.

Také je důležitý rozdíl mezi linkou a kanálem. Linka je přenosová cesta mezi dvěma body sítě, např. patch panel a datová zásuvka (nezahrnuje připojovací kabely zařízení a pracoviště). Kanál je přenosová cesta mezi dvěma libovolnými zařízeními, např. switchem přes patch panel, datovou zásuvku až do síťového adaptéru (kanál zahrnuje linku a připojovací kabely zařízení a pracoviště).

Pro strukturovanou kabeláž dnes výhradně používáme metalický kroucený párový kabel (twist-pair) nebo optický kabel, které budou popsány blíže v dalších podkapitolách.

Výhodou strukturované kabeláže je tedy její univerzálnost, rozšířenost a bezpečnost. V případě poruchy jednoho kabelu je vliv poruchy přenesen pouze na jedinou stanici, ke které kabel vede. Nevýhodou naopak celková délka kabelu a nutnost budovat kabelové trasy s větším průřezem.

[1, 2, 3, 4, 8, 22]



Obr. 5.2: Příklad strukturované kabeláže (převzato z [23])

5.2.1. Sekce kabelážního systému

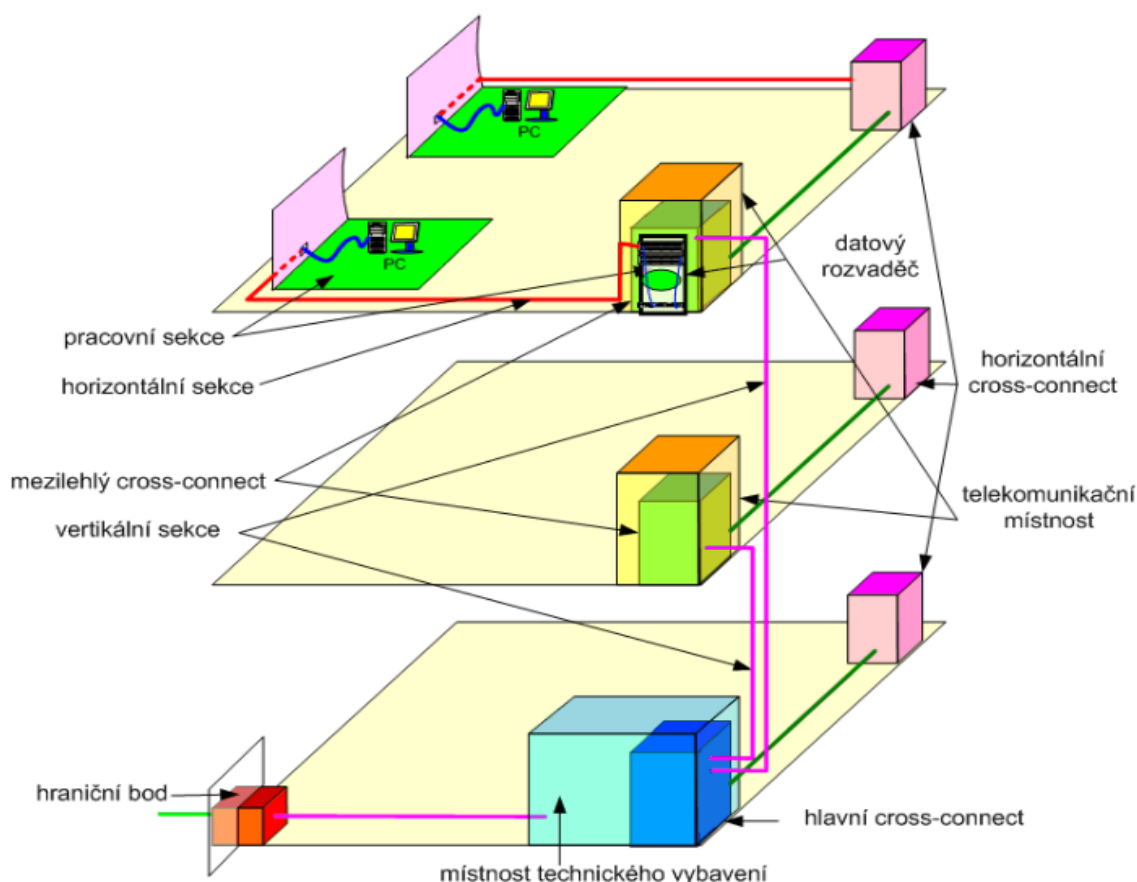
Pro přehlednost a pružnost návrhu strukturované kabeláže se používá rozdělení celého systému na několik dílčích částí, tzv. sekce. Přívodní datový kabel je do budovy veden přes hraniční bod (propojení vnitřních a vnějších kabelových systémů) do telekomunikační místnosti, kde jsou umístěny aktivní a pasivní prvky telekomunikačního kabelového systému. Vše je zaštitěno normou ČSN ISO/IEC 18010.

Páteřní sekce – propojuje telekomunikační místnosti, případně jednotlivé části datové sítě (např. podlaží budovy). Dnes se většinou v této sekci používají optické kabeláže (až 3 km). Topologie je nejčastěji tvořena topologií hierarchická hvězda spolu s redundantními trasami, což vytváří neúplnou polynomičskou topologii.

Distribuční sekce – propojuje konektor v patch panelu datového rozvaděče s konektorem nebo zásuvkou v pracovní oblasti. Topologie je vždy hvězdicová a může být realizována jak metalickou (90m) tak optickou (pouze vícevidové do 90 m) kabeláží. Zapojení konektorů na koncích metalického kabelu musí být vždy přímé stejně jako u páteřní sekce.

Pracovní – zahrnuje připojovací kabely mezi stanicí a horizontální sekcí, kde je max. povolená délka 10 m, a pak o místo, kde jsou propojeny ukončení horizontální a vertikální kabeláže z patch panelu s aktivními prvky (max. 6 m). Topologie je lineární, neboť se jedná o prodloužení jiné sekce. Podle typu, který kabel pracovní sekce prodlužuje, se použije metalické nebo optické kabely ať už přímé, nebo křížené vodiče typu lanko z předpokladu časté manipulace s nimi.

Výjimku v povolené metráži tvoří překřížené cross-connect kabely, jejichž maximální délka je 20 m, avšak ty se dnes již nepoužívají, neboť všechna moderní zařízení mají techniku AutoCross, tedy umí rozpoznat zapojení konektoru na kabelu a umí pracovat jak s kříženými, tak přímými kabely.



Obr. 5.3: Sekce strukturovaného kabelážního systému (převzato z [2])

5.2.2. Kroucený pár

Vyniká v přenosové rychlosti a v odolnosti proti rušení díky zkroucení jejich vodičů (twist), které rušení v daném místě jednoho vodiče eliminuje rušivým napětím na druhém vodiči. Proto se také jmenuje ethernetový standard např. 100Base-T, kdy T na konci značí Twist. Signál je zde vyjádřený jako rozdíl potenciálů obou vodičů.

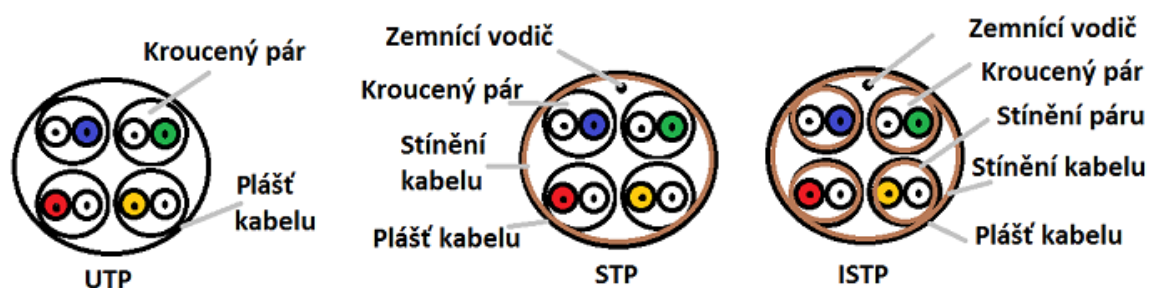
Základní dělení metalické kabeláže:

Nestíněný párový kabel (UTP) – skládá se z měděných vodičů, kde každý z nich je izolován plastickým materiálem a dráty jsou kolem sebe otočeny tak, aby vytvořily dvojice. V párech jsou sdruženy vždy dva dráty pro vysílání a dva pro příjem. UTP kabeláž je nejvíce používanou a rozšířenou variantou metalické kabeláže, neboť je cenově nejdostupnější a nejlépe se s ní pracuje.

Celkově stíněný párový kabel (STP) – Jedná se o kabel UTP, který má navíc stínění kabelu, které je provedeno opletením. Tím však nikdy nedocílíme 100 % stínění, ale max cca 80-90 %. Opletení však ruší rovnováhu přenosových vlastností UTP kabelu.

Celkově stíněný párový kabel (FTP) – Kabel používá pro stínění kabelu fólii, čímž dosáhne 100% stínění.

Kabel s individuálně stíněnými páry (ISTP) – nejdokonalejší stínění a odrušení okolních vlivů za cenu nejhorší manipulovatelnosti. Jednotlivé páry jsou stíněny fólií po celé délce vodičů a celý kabel je stíněn opletením.



Obr. 5.4: Schéma kabelů UTP, STP a ISTP

Přehled kategorií strukturované kabeláže pro LAN sítě:

Kategorie	Standard Ethernetu	Šířka pásma, přenosový rychlost
3	10Base-T, 100Base-T4	do 16 MHz, 10Mb/s
4	10Base-T, 100Base-T4	do 20 MHz, až 16 Mb/s
5	100Base-TX, 1000Base-T	do 100 Mhz, až 1 Gb/s
6	1000Base-T, 1000Base-TX	do 250 MHz, 1 Gb/s
6a	10GBase-T	do 500 MHz, až 10 Gb/s
7	10GBase-T	do 600 MHz, 10 Gb/s

Tab. 5.2: Kategorie strukturované kabeláže

Kabely se dělí dle kvalitativních kategorií, které se od sebe odlišují číslem, mnohdy je před číslem udávána zkratka Cat.

V poslední době se na poli kategorií rozdělení ve strukturované kabeláži udála důležitá změna, kdy kategorie 5e byla sjednocena s kategorií 5. Standard kategorie 7 pak sice existuje, ale s největší pravděpodobností nebude nikdy vyráběn, neboť kategorie 6a, která je aktuálně v posledních fázích vývoje v podstatě splní požadované podmínky na 10GE a proto ani direktiva nevydala

potřebné standardy Cat7 pro konektory, bez nichž nemá smysl Cat7 vyrábět a používat.

Při stavbě sítě se již uvažuje pouze o použití kategorie 5 a výš:

Cat5 – šířka pásma 100 MHz, standardizována pod EIA/TIA 568A, přenosová rychlost 1Gb/s je v podstatě limitní rychlost této kategorie. Dnes určitě nejrozšířenější kabeláž.

Cat6 – více jak dvojnásobná šířka pásma oproti kategorii 5, otevírá cestu pro širokopásmové aplikace a plnému využití standardu Gigabit Ethernetu. Standardizována byla již v roce 2002 pod EIA/TIA 568B.

Cat6a – Dosavadní standard byl v roce 2008 rozšířen o podkategorii 6a, která využívá zvětšené šířky pásma kabelu. Cat6a má především pokrýt potřeby 10-gigového Ethernetu. Původní využití měla tato kategorie kabelu nalézt především v páteřních sítích, ale dnes se s ním můžeme setkat i v samotné LAN síti.

Cat7 – Standard byl schválen již v roce 2002, přesto byl jeho vývoj již zastaven, neboť nasazení této třídy postrádá při zavedení třídy 6e smysl. Uvažuje se na rozšíření a vývoj šířky pásma až na 1 GHz a úpravě ostatního hardware jako zásuvky, patch panely apod., které v takto vysokých frekvencích už také nejsou schopny kvalitně a spolehlivě pracovat. O jejím uplatnění se jedná.

Materiály vnějších plášťů kabelů – ochrana zdraví a životů

PVC – polyvinylchlorid plněný retardanty, tedy nešíří oheň, ale v ohni černý jedovatý dým – fosgen, porézní materiál

LSZH,LS0H – bezhalogenový materiál, při hoření slabý bílý nejedovatý kouř, v mnoho zemích jediná možnost použití uvnitř budov

PE – (vysoko-hustotní polyethylen) jedná se o neporézní bezhalogenový materiál, ale velmi dobře hoří, proto se nepoužívá uvnitř budov a na shromaždištích

Toto jsou tři základní materiály pro výrobu plášťů kabelů. Kabely ale také existují i s jinými plášti, např. teflonové, polyuretanové, které se např. používají v průmyslu, a mnohé speciální.

Vzhledem k nehodám, které se staly díky kabelům s PVC se dnes určitě doporučuje přejít na bezhalogenové kabely, které neohrožují zdraví lidí. Navzdory nebezpečím plynoucích z instalace PVC kabelů se zatím nepodařilo v ČR legislativně zabránit jejich používání (krom požárních norem pro shromáždění a velké kumulace lidí). Preference bezhalogenových kabelů tak zůstává jen v etické a morální rovině investora a projektanta.

Materiál jádra a norma AWG

Vodič je vždy vyráběn z mědi, např. firma Belden uvádí čistotu mědi více jak 99,99%. Výroba kabelů se řídí normou AWG – American Wire Gauge, která udává průměr vodiče bez izolace. Tento způsob značení průměrů vodičů v datových kabelech převzala většina výrobců ve světě. V tabulce níže jsou přehledně uvedeny nejčastější používané datové kabely z pohledu normy AWG.

číslo AWG	drát		lanko			obvyklé použití
	průměr mm	průřez mm ²	konstrukce počet/AWG	průměr mm	průřez mm ²	
26			7/34	0,438	0,140	připojovací kabely Cat5
			10/36	0,533	0,172	
			19/38	0,508	0,153	
24	0,511	0,203				pevné kabely Cat5
24			7/32	0,610	0,226	připojovací kabely Cat6 a Cat7
			10/34	0,584	0,200	
			19/36	0,610	0,239	
			41/40	0,584	0,201	
23	0,574	0,259				pevné kabely Cat5 a Cat6
22	0,643	0,322				pevné kabely Cat6 a Cat7

Tab. 5.3: Převodní tabulka AWG pro kabely strukturované kabeláže

Důležité přenosové parametry metalické kabeláže

Impedance – jedná se o změřitelný zdánlivý odpor na střídavém vedení (komplexní veličina), základní parametr ovlivňující kvalitu přenosu a sekundárně ovlivňuje téměř všechny ostatní přenosové parametry vedení. Klasická hodnota kabeláže 100 ohmů, někdy 120 nebo 150 ohmů. Při přenosu je důležitá podélná stabilita impedance vedení, tedy rozhodujícím faktorem pro co nejvíce konstantní hodnotu impedance je symetrie vodičů. Jelikož se toto dá mnohem snadněji dosáhnout u koaxiálního kabelu, ten bude mít vždy lepší přenosové vlastnosti oproti jiným konstrukcím.

Útlum – ztráta energie signálu na vedení, dá se změřit.

NEXT – Near End Crosstalk – přeslech na blízkém konci – jedná se o množství energie přenesené z jednoho páru do druhého, někdy označované jako rušení mezi páry. Měří se přivedením měřicího signálu na jeden pár a na ostatních párech se měří přeslech.

PS NEXT – Power Sum NEXT – sumární přeslech na blízkém konci – změříme tak, že přivedeme měřicí signál na tři páry a na čtvrtém měříme výsledný přeslech.

FEXT – FAR END Crosstalk – přeslech na vzdáleném konci – stejný parametr jako FEXT, jen se přivede měřicí signál na jednu stranu kabelu a měří se vliv na ostatních párech na druhém konci kabelu. Hodnotu FEXT ovlivňuje útlum.

PS FEXT – Power Sum FEXT – sumární přeslech na vzdáleném konci.

ACR – Attenuation to Crosstalk Ratio – odstup přeslechu na blízkém konci - jedná se o matematický parametr, udává odstup signálu od šumu, tedy definuje použitelnou šířku pásma pro přenos signálu na jednom páru, který spočítáme $ACR = NEXT - Útlum [db]$.

PS ACR – Power Sum ACR – sumární parametr ACR.

ELFEXT – Equal Level Far End Crosstalk – Odstup přeslechu na vzdáleném konci – teoretický parametr, jenž spočítáme $ELFEXT = FEXT - Útlum [db]$.

PS ELFEXT Power Sum ELFEXT – sumární parametr ELFEXT.

Propagation Delay – celkové zpoždění signálu linky, tedy signálu z jednoho konce na druhý. Typické zpoždění signálu u Cat5 se pohybuje kolem 5 ns na 1 m.

Return Loss – zpětný odraz – určuje zpětný ráz (útlum odrazu) signálu z důvodu rozdílné impedance.

Delay Skew – rozdíl zpoždění – určuje rozdíl zpoždění signálu na nejrychlejším a nejpomalejším páru. Má na něj vliv rozdílná délka párů, odlišnost v materiálu a působení okolního rušení.

Alien crosstalk – jen u 10GE, jedná se o přeslechy mezi páry sousedních kabelů. Pokud tedy leží kabelové svazky ve velkém množství ve žlabech, při 10GE se vzájemně ovlivňují. Nejnovější parametr, který se zatím nedá objektivně změřit a vzhledem k vývoji 10GE ještě není dostatečně prozkoumán.

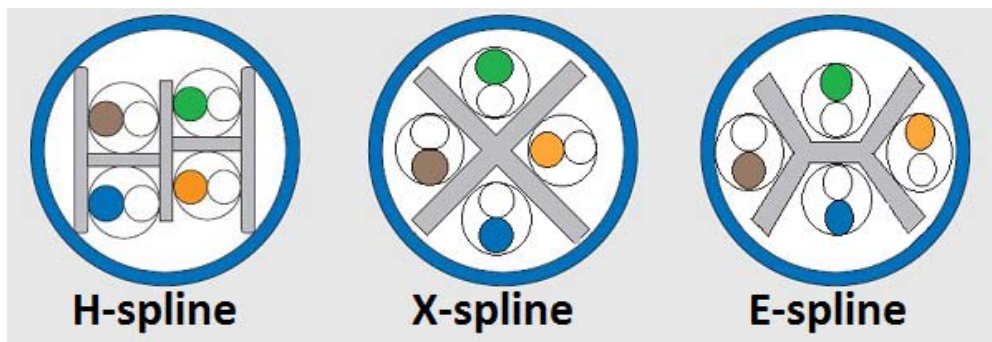
Konstrukce kabelu a její vliv na přenosové parametry

Podélnou stabilitu impedance negativně ovlivňuje nedokonalost symetrie v páru a lokální destrukce symetrie při ostrém ohybu páru nebo v místě připojení konektoru. Do značné míry nelze symetrii dosáhnout i vlivem stínění kabelu nebo páru (STP, FTP, ISTP), neboť při výrobě nelze zajistit konstantní vzdálenost stínění oproti páru. Stejná konstrukce kabelu v nestíněné verzi tak vykazuje lepší přenosové vlastnosti ve srovnání se stíněnou variantou kabelu, proto je také upřednostňována při instalaci do klasických prostor, jako např. kancelářské a obytné prostory.

Konstrukční kabelu přišli s technologií svařeného páru, který zlepšuje přenosové parametry a jejich stabilitu oproti kabelům pouze krouceným. Jde o snahu se principiálně přiblížit koaxiálnímu kabelu. Velkou předností je zachování konstantních přenosových dimenzí páru při ohybu, zkrutu, či dalších mechanických namáháních.

U některých konstrukcích kabelů vyšších kategorií a kvality je pro další zlepšení přenosových parametrů vložen separační kříž mezi páry. Ten zajišťuje podélně stabilní prostorovou dimenzi párů vůči sobě a jsou tak minimalizovány přeslechy v kabelu na vysokých frekvencích. Kříž je podélně stáčen, aby bylo dodrženo potřebné zkroucení všech čtyř párů v kabelu.

Běžně používané konstrukce kříže – x-spline, e-spline – vzdalují od sebe oba nejdelší (nejchoulostivější) páry, čímž snižují jejich přeslech. Další možností je placatý kabel, kde je vzdálenost nejdelších párů zajištěna fyzickou stavbou kabelu. U Cat6e pro 10GE se nově používá h-spline.



Obr. 5.5: Konstrukce používaných křížů

5.2.3. Optické kabely

Optický kabel (světlovod) je v sítích LAN perspektivním typem spojovacího vedení, který se začíná čím dál více využívat. Vývoj optických vláken stále probíhá, avšak už dnes optická vlákna pokořila ta metalická v mnoha směrech, především pak v rychlosti, jejíž hranice se stále posouvají.

Podstatou optického přenosu můžeme nalézt i v anglickém názvu fiber-optic cable, tedy přeměna elektrického signálu na optické impulzy, který se pak šíří průsvitným vláknem. Vlákná jsou velmi tenká (tenčí než lidský vlas) a jsou uložena v ochraně, který je chrání před cizími vlivy.

Optické kabely se začaly vyrábět jako plastová i skleněná, ale pro jasně lepší přenosové vlastnosti se dnes používají výhradně skleněná vlákna. Data jsou převáděna pomocí laseru, nebo LED diody do podoby světelných signálů. Ty jsou přes optický kabel dovedeny k citlivému fotodetektoru, který zase optické impulzy převede na elektrické.

Většinou je optický spoj tvořen dvěma optickými vlákny, kdy každé optické vlákno pracuje v jednosměrném provozu. Existují ale také výjimky, kde je zajištěn duplexní režim na jednom vlákně.

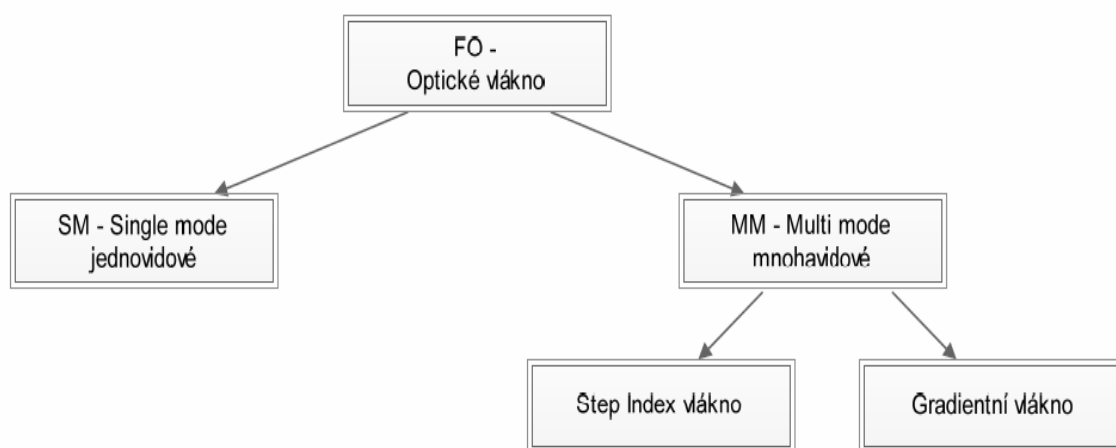
U optických kabelů plně převažují výhody, které jsou:

- Vysoká přenosová rychlost
- Lze propojovat velmi vzdálené místa
- Absolutní odolnost proti elektromagnetickému rušení – umožňuje instalaci LAN sítí do silně zarušených míst, jako jsou výrobní haly, místa s nebezpečím výbuchu apod. Zároveň optické kabely nejsou náchylné na blesk a podobné jevy
- Bezpečnost přenášených dat – optické kabely lze jen velmi těžko odposlouchávat
- Galvanické oddělení

Mezi nevýhody patří cena, ani ne tak samotných optických kabelů, jako souvisejících komponentů (síťové desky, moduly apod.) a práce s optickými kabely. Dneska již ceny postupně klesají, nicméně stále je několikanásobně vyšší, než klasické metalické vedení v sítích LAN. Naopak se pro své výborné přenosové vlastnosti uplatnily na páteřních sítích.

Nevýhodou, stejně jako u metalické kabeláže, je vliv instalačního technika na konečné přenosové parametry. Vlivem špatného nalepení či navaření konektoru nebo navaření dalšího optického vlákna dochází k útlumu a odrazu signálu v kabelu. Důležité taky je navrhovat trasy co nejrovnější a pro odbočky volit pokud možno co největší poloměry ohybu vlákna, po překročení kritické hodnoty úhlu hrozí ztráta paprsku ve vlákne.

Podle technologie druhu přenosu světlovody dělíme na:

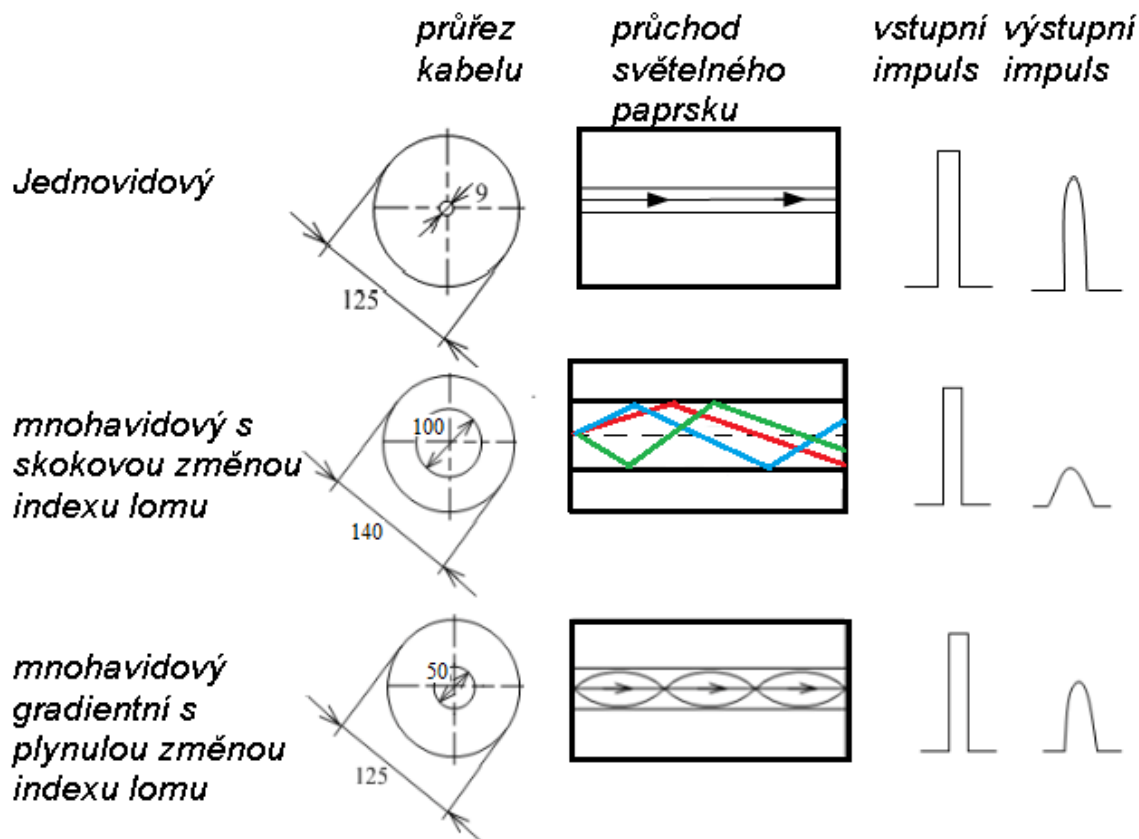


Obr. 5.6: Rozdělení FO

SM - Jednovídné – velmi tenké vlákno (cca 8 – 10 μm) s vnějším průměrem odrazné plochy 125 μm . Vynikají vysokou přenosovou kapacitou a obrovskou šířkou pásma (v závislosti na délce i jednotky THz). Používá laser pro generování světelného paprsku, který dosahuje značných vzdáleností. Používá se na vzdálenosti vyšší jak 1 km díky výborné kvalitě laseru, který má konstantní vlnovou délku světelných impulzů. Dnes nejpoužívanější a nejperspektivnější optická vlákna, neboť jediný parametr ovlivňující dosah kabelu je jeho útlum. K jeho masivnímu používání také přispělo zlevnění aktivních prvků, které byly vždy dražší než pro MM vlákna.

MM Step Index – optický kabel s průměrem jádra $100\ \mu\text{m}$ a odrazné vrstvy $140\ \mu\text{m}$ využívající místo laseru světelné diody pro generování světla, které sestává z několika světelných délek. Protože dioda vysílá všemi směry, generovaný paprsek vniká do jádra optického kabelu vlákna tak, že úhel dopadu paprsku s osou jádra je nenulový a dochází tak při jeho cestě vláknem k odrazům od odrazné vrstvy optického vlákna. Jelikož každá složka světelného paprsku se šíří kabelem jinou rychlostí, dorazí na deflektor na konci kabelu v rozdílný čas. Díky tomu vzniká zkreslení tzv. optická disperze, která negativně ovlivňuje přenosové vlastnosti kabelu, jako potencionální vzdálenost přenosu kabelem, nebo šířka pásma. Z dnešního pohledu se jedná již o historické vlákno, které se nepoužívá.

MM Gradientní – vlákno má průměr jádra $50\ \mu\text{m}$ (v USA $62,5$, ale postupně také přecházejí na $50\ \mu\text{m}$) a průměr odrazné vrstvy $125\ \mu\text{m}$. Využívá plynulou změnu indexu lomu od příčného směru s průběhem kvadratické paraboly, což podstatně snižuje vidovou disperzi. Gradientní vlákna se používají především v aplikacích LAN či pro propojování bloků telefonních ústředěn na kratší vzdálenosti.



Obr. 5.7: Typy optických vláken

Konstrukce optického kabelu a metody spojování

Jádrem optického kabelu je sklo „zašpiněné“ germániem, odrazná vrstva je pak čiré sklo. Na odrazné vrstvě vlákna je nanесena speciální vrstva laku, která slouží jako ochrana proti vlhkosti a chemickým vlivům okolí, jedná se o primární ochranu. Její vnější průměr je cca 125 - 200 μm .

Dle typu konstrukce kabelu může být na kabelu další vrstva, která chrání vlákno proti mechanickému namáhání. V případě tzv. těsné sekundární ochrany se jedná o obdobu plastové izolace vodičů s vnějším průměrem 900 μm a mnohdy se jim říká „suché kabely“. Na suché kabely se optické konektory lepí nebo lisují. Suché kabely pokrývají všechny potřeby ve vnitřních aplikacích, nedoporučují se na delší trasy než cca 2-3 km a na venkovní uložení, kde kabely hodně ovlivňuje kolísání teploty a vnější prostředí.

Druhou variantou je uložení několika vláken chráněných pouze primární ochranou do trubičky s ochranným gelem. Tato konstrukce se nazývá volná sekundární ochrana, nebo „gelové kabely“. Konektory lze technicky k těmto kabelům přidat stejně, jako v případě suchých kabelů, ale je to v každém případě zcela nevhodné. Vlákno totiž nemá pevnostní mechanickou ochranu a optický konektor je schopen se zlomit pouze svou vlastní vahou. Na gelová vlákna se svařováním napojují tzv. Pigtaily, tj. vlákna s těsnou sekundární ochranou a nalepeným FO konektorem. Volná sekundární ochrana má nejčastější vnější průměr kabelu 250 μm . Používají se pro venkovní dálkové trasy, protože mají odolnější plášť, který je chrání i proti kolísání teplot. Nevýhodou je nemožnost přímého konektorování a také nejsou vhodné do stupaček v budovách, kde hrozí vytékání gelu.

Pláště kabelů mohou být jednoduché, vícenásobné, armované či jinak speciální dle užití kabelu. Materiálově se pláště kabelu shodují se svými metalickými kolegy, tedy opět platí, že se dnes doporučují používat bezhalogenní materiály.

Optické kabely mohou být rozličné konstrukce, uvnitř kabelu bývá až 24 optických vláken (většinou sudý počet pro duplexní provoz). Pro spojování optických rozvodů v datovém rozvaděči se používá Jumper, neboli optický patchcord.

Optické vlákna se vzájemně propojují metodou svařování, pomocí FO konektorů nebo mechanickou spojkou. Samotné spojení konektoru k vláknu se provádí lepením, nebo tzv. crimpem – mechanickým nalisováním. U konektoru je důležité si uvědomit, že oproti metalickému spojení se konektor nepodílí na přenosu dat.

Značení optických kabelů

Optické kabely jsou označeny trojčíslem, kde první číslo značí průměr jádra optického vlákna, druhé číslo je průměr odrazné vrstvy a třetí číslo tzv. buffer nebo-li průměr primární či sekundární ochrany. Pro příklad uvedu označení gradientního vlákna, které poznáme pod označením 50/125/250 – jádro 50 μm , odrazná vrstva 125 μm a ochrana lakem 250 μm .

Mnoho firem používá barevné značení vodičů pro určení oblasti jejich použití. Barevné schéma ale nepředepisuje žádná norma, proto si každý výrobce volí barvy po svém a je v tom zatím celosvětový zmatek. Například se můžeme setkat s optickými kabely pro venkovní použití – černé, kabely pro vnitřní prostory (mnohavidové) – oranžové (typ G50 – průměr 50/125 μm) a zelené (G62,5 – 62,5/125 μm) a jednovidové – žluté (typ J – neposunutá disperze), červené (Jp – posunutá disperze) a hnědé (Jn – nenulová disperze).

Vyjmenované barvy však neplatí vždy, atak se můžeme setkat např. i s růžovými kabely aj. Jasné barvy se používají pro jednoznačné odlišení od ostatních vnitřních rozvodů a zároveň aby byly jasné vidět např. při stavebních úpravách.

Typy optických kabelů

Níže se pokusím popsat hlavní typy optických kabelů, které mohou obsahovat libovolné vlákno z dříve popsaných typů.

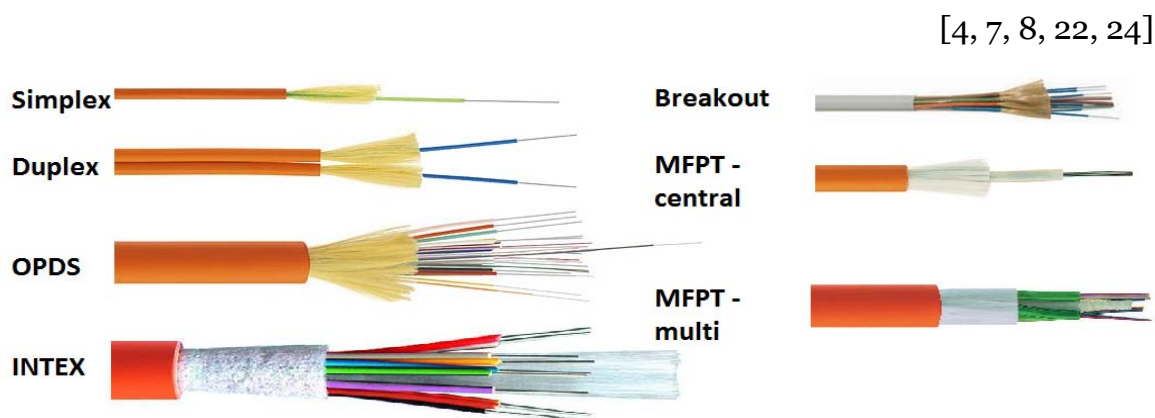
Simplexní a duplexní optický kabel – Oba kabely obsahují vlákno s těsnou sekundární ochranou a jsou určeny pro vnitřní použití. Mechanicky se jedná o nejbezpečnější variantu řešení horizontální linky, protože lze i miniaturní duplexní optický konektor pevně fixovat nejen na vlákno, ale i na plášť kabelu.

OPDS optický distribuční kabel – Kabel je vhodný pro vnitřní páteřní rozvody, případně i pro realizaci horizontální linky. Počet vláken je v rozsahu 2 až 24 a jsou vždy s těsnou sekundární ochranou. V případě potřeby jej lze použít i na venkovní vedení na malé až střední vzdálenosti (do 3 km).

INTEX – Konstrukce shodná s kabelem OPDS s rozdílnou pevnostní výplní kabelu, která není z aramidových vláken jako v případě OPDS, ale jsou nahrazena speciální páskou, která v případě průniku vlhkosti přes porušený plášť nabobtná a těsně ucpe trhlinu v plášti. Kabel je tak vhodný na vnější rozvody páteřní sítě, kvůli ceně se však používá i uvnitř budov.

Breakout – Kabel je tvořen větším množstvím breakoutových segmentů (ekvivalent simplexního kabelu s tenčím pláštěm), přes které je omotána fólie a vnější plášť. Obvyklý počet vláken se pohybuje v rozsahu 2 až 24. Tento typ kabelu je nejdražší, kvůli materiálové i výrobní náročnosti. Používá se pro páteřní rozvody i pro realizaci horizontálních optických linek, příp. pro realizaci horizontálních linek do místa s velkou hustotou přípojných míst.

MFPT – Používají se gelové kabely, které jsou uloženy v trubičce. Existují dvě varianty uložení vláken. První obsahuje jen jednu centrální trubku s počtem vláken 2 až 24. Druhá verze obsahuje větší množství trubiček většinou s počtem vláken 1 až 6. U této konstrukce je dosahováno celkového počtu vláken až k hodnotě 1000. Kabel je určen pro dálková vedení a páteřní vedení velmi rozsáhlých areálů.



Obr. 5.8: Typy optických kabelů (obrázky převzaty z [24])

5.3. Další materiál pro kabelážní systémy

Pro vybudování kvalitního kabelážního systému je zapotřebí mnohem více, než jenom kabely. Prvky tak lze rozdělit do čtyř základních skupin – prvky organizace, konektivity, vedení a směrování a také identifikace. Většina firem, která ke kabelážním systémům přistupuje seriózně, má ve svém výrobním programu všechny tyto prvky vedeny. Požadavky jsou kladeny na špičkové přenosové parametry prvků, 100 % modularitu i požadavky na mechanické řešení systému, včetně realizace kabelových tras.

[24]

5.3.1. Prvky organizace

Datový rozvaděč – rack

Je hlavním organizačním uzlem systému kabeláže. Konstrukci rozvaděče můžeme rozdělit na otevřené rámy (na zem, na zeď) a skříňové rozvaděče, které mohou být stojanové a nástěnné. Existuje velké množství vyráběných rozvaděčů s variabilními rozměry a pro různé potřeby (např. seismicky odolné provedení do jaderných elektráren).

Velikost rozvaděče se většinou udává v počtu montážních jednotek, které lze v rozvaděči osadit. Montážní jednotka, nebo-li 1 U (Unit) je 44,5 mm. Montážní šířka je nejčastěji 19“, setkáme se ovšem i s 10, 21 či 23 palci.

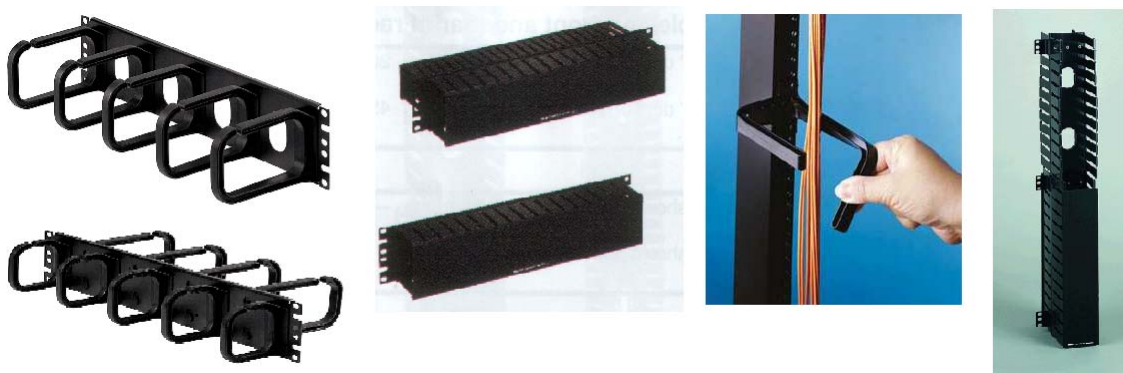


Obr. 5.9: Příklady datových rozvaděčů (obrázky převzaty z [24])

Organizéry

Velmi významným prvkem v datovém rozvaděči jsou organizéry kabeláže. Bez nich by vznikla naprosto nepřehledná vrstva volně vedených kabelů, která by bránila jakékoliv operativní správě systému.

Existují dvě základní konstrukce – uzavřená (hřebenová) a otevřená (D-ring) a to jak u horizontálních, tak vertikálních organizérů.



Obr. 5.10: Příklady organizérů (obrázky převzaty z [24])

[22]

5.3.2. Prvky konektivity

O propojení kabelů na pasivní úrovni datových sítí se starají patch panely, moduly, zásuvky a případně pro telefonní rozvody zářezový ranžirovací blok. Ty jsou dané specifikacemi jednotlivých síťových standardů. Specifikace zde zahrnuje kromě mechanických a elektrických vlastností kabelů, také přesné hodnoty pro prvky zakončující vedení. Mezi tyto vlastnosti může patřit délka vedení, možné poloměry ohybu, zpoždění, impedance, útlum kabelu, maximální šířka pásma, zlacené kontakty konektoru, útlum odrazu apod.

Velký důraz je dnes kladen na modularitu, která se často uvádí jako základní parametr dlouhodobé hodnoty sítě.

Patch panel

Jedná se o základní funkční prvek pasivní vrstvy, někdy nazýván jako propojovací panel. Dnes se setkáváme, kromě jednoúčelových aplikací, téměř výhradně s modulárními patch panely, tedy jednotlivé porty se dají osadit různými druhy komunikačních modulů. To umožňuje slučovat v jednom panelu

více přenosových medií, případně jednoduše modernizovat na výkonnější technologie na vybraných linkách.

Patch panelů je několik druhů, ty základní jsou celokovové, které se používají především pro stíněnou kabeláž a pak panely s plastovými držáky portů. Často se používají oba typy spolu s vyvazovací lištou, díky níž je panel konstrukčně nejúčelnější a dobře se s ním pracuje.

Patch panely se nejčastěji používají s výškou 1U s 24 porty (u vysokohustotních systémů 48 portů). Vyrábějí se až 4U.

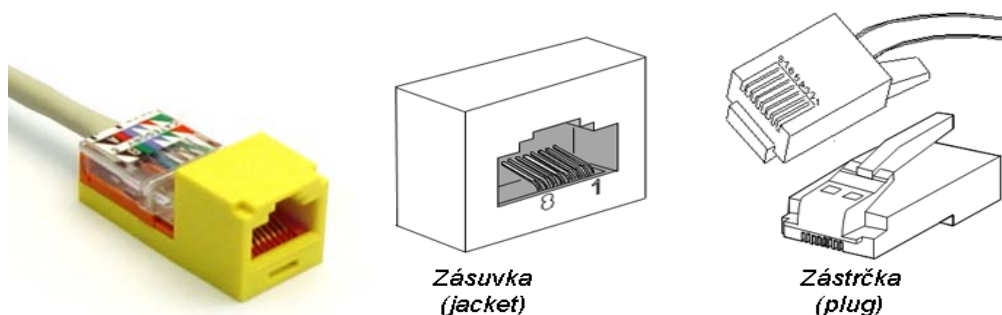


Obr. 5.11 Příklad patch panelu (obrázky převzaty z [24])

Komunikační moduly

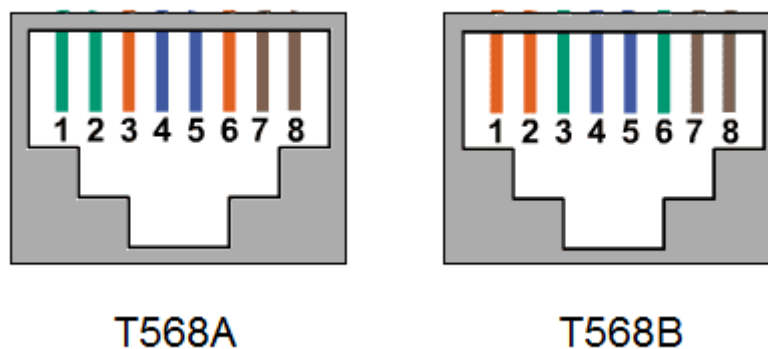
Modulární skladba u komunikačních modulů značí široké možnosti využití strukturované kabeláže pro nejširší možné využití, nabízí nám prakticky vše, co si může projektant či koncový zákazník žádat. Navíc se moduly dělají v různém barevném provedení, což nám umožňuje výhodně a přehledně rozdělit osazení jednotlivých portů v rozvaděči na jednotlivé funkční celky.

Nejjednodušší to je u **metalického vedení**, protože se zde dnes používají již pouze konektory typu RJ-45. Tento typ konektoru je určen pro čtyřpárový kabel. I přes celkový počet 8 pinů jsou však ke komunikaci ještě v 100Base-T využity pouze 4 (pin č. 1 Transmit Data+, pin č. 2 TD-, pin č. 3 Receive Data+, pin č. 6 RD-). Teprve od 1000Base-T jsou využity všechny čtyři.



Obr. 5.12: Konektory metalického vedení RJ-45

Pro zapojení čtyřpárových horizontálních kabelů byly definovány dvě varianty označené jako T568A a T568B. Při instalaci není důležité, která varianta se použije, důležité je, aby zvolená varianta byla použita v celém kabelážním systému. Pokud bude jeden konec typu A a druhý B, pak se jedná o cross-over, neboli překřížený kabel.



Obr. 5.13: Zapojení T568A a T568B při pohledu zepředu

Rozdíl mezi přímým a kříženým kabelem je ve způsobu jeho použití, kdy pro připojení dvou počítačů musíme použít křížený kabel, stejně tak mezi dvěma switchy nebo routery. Přímý kabel slouží na ostatní propojení, především mezi stanicí a switchem. Vzhledem k rozšířenosti AutoCross funkce v aktivních prvcích se dnes již křížené kabely takřka nepoužívají.

Na metalické vedení mohou být připojeny nejrůznější speciální konektory, např. pro připojení dataprojektoru, zvukových zařízení apod.



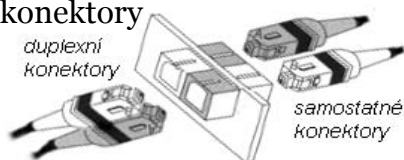
Obr. 5.14 Příklad speciálních konektorů (obrázky převzaty z [24])

Zakončení **optických kabelů** se od metalických výrazně liší. Díky jiné polaritě na dvou kabelech, kdy každým proudí impulsy opačným směrem, je potřeba použít překřížených kabelů. S tím souvisí potřeba duplexních konektorů. Vlákně se značí A a B, stejně pak pozice propojovacího panelu např. na síťové kartě. Práce s optickými kabely je složitější, než s metalickými, proto je potřebné dobře naplánovat délky a umístění kabeláže.

Výběr konektorů pro optický kabelový systém je mnohem bohatší, než je tomu u metalických vedení. V sítích LAN se převážně používají konektory typu SC, FT, ST, LC aj. LC z důvodu, že se používá u všech routerů a switchů, avšak není mezi odbornou veřejností oblíben pro křehkou stavbu a možnost mechanického poškození (obr. 5.15).

LC konektory

*duplexní
konektory*



*samostatné
konektory*



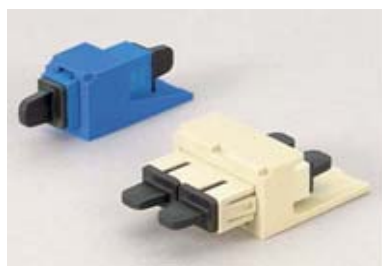
FT konektory (Opto jack)



ST konektory



SC konektory



Obr. 5.15: Konektory optického vedení (převzato z [24])

Datové zásuvky

Jsou jedinou viditelnou částí strukturované kabeláže, proto je důležité sladit design datových zásuvek s ostatními zásuvkami a vypínači, co budou v domě použity. Dostupný je široký sortiment jak samotných zásuvek, tak zásuvkových modulů, které splňují všechny technické kritéria. Zásuvky můžeme koupit s jedním až čtyřmi místy na zásuvkové moduly. Velmi oblíbené jsou zásuvky se třemi porty.

[2, 3, 4, 22, 24]

5.3.3. Prvky vedení, směřování

Existuje velmi široká škála úložného materiálu pro kabeláž. Jako hlavní příklad uvedu kabelové lišty a žlaby, parapetní či drátěné žlaby. U všech systémů je přísně dbáno na dodržování minimálních poloměrů ohybu metalických i optických kabelů.



Obr. 5.16: Příklad žlabového vedení (převzato z [24])

Jak mezi prvky organizace, tak vedení lze zařadit doplňkový instalační materiál, jako jsou kabelové příchytky, vázací pásy, bandáže kabelových svazků, podlahové lišty apod.

5.3.4. Prvky identifikace

Žádný kabelážní systém nemůže být dobře spravován, pokud není detailně a smysluplně provedena řádná identifikace jeho jednotlivých komunikačních linek. Opět existuje velmi široký sortiment různých popisovacích celků, karet, nálepek apod. Lze si vybrat i UV stabilní popisky, teplotně či chemicky odolné aj.

Dle požadavků normy TIA/EIA 606 je potřebné mít kabeláž pečlivě zdokumentovanou a popsanou. Proto vždy musíme označit:

- všechny kabely (minimálně na obou koncích)
- všechny kabelové svazky v místě vzniku, větvení a křížení
- všechny datové rozvaděče (bloky datových rozvaděčů)
- místnosti určené pro rozvaděče
- přepojovací panely v rozvaděči
- jednotlivé porty přepojovacích panelů a optických rozvaděčů
- datové zásuvky
- jednotlivé porty datových zásuvek
- všechny propojovací kabely
- konsolidační body a jejich porty
- aktivní prvky a jejich porty
- servery

[22]

5.4. Bezdrátové vedení

Výhody a nevýhody použití bezdrátového vedení jsem již zmínil u standardu 802.11 Wi-Fi, použijeme ho tedy všude tam, kde nelze použít kabel.

Bezdrátové vedení můžeme rozdělit na pozemní, družicové a optické. Pozemní v rádiovém pásmu využívají např. sítě Wi-Fi, případně ZigBee v průmyslu a další. Družicovými spoji realizujeme spojení v oblastech bez telekomunikační infrastruktury, jako je moře aj. Optické přenosy mohou být infračervené nebo s laserovým vysílačem.

Bezdrátové sítě standardu 802.11 Wi-Fi pracují ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz a 5 GHz. Přesné frekvenční pásmo se může mírně lišit dle Země, v České republice je to pak přesně 2,4 – 2,4835 GHz a max. 100 mW vyzářeného výkonu. U 5 GHz technologie používá tři frekvenční pásma, každé je určeno pro jiné podmínky a jiné hodnoty vyzářovacího výkonu.

[1]

6. Počítačové projektování

V dnešní době využívání počítačů je vysoká potřeba operativní správy infrastruktury sítě a získávání aktuálních informací. Nasazení počítačů v oblasti konstrukce a projektování může podstatně zvýšit produktivitu práce. Všechny systémy, které zastupují konstruktéra při práci, se souhrnně označují jako CAD systémy.

S vývojem technologie hardwaru počítačů již nejsou potřeba speciální grafické stanice a CAD systém tak již představuje pouze softwarovou koncepci. Pro naše použití nám dostačuje dvojdimenzionální systém. K základním kreslicím programům existují také nástavby, které se dokážou postarat o kompletní správu technické dokumentace, kalkulace projektu apod.

Nerozšířenější systémy jsou AutoCAD, Bricscad, MicroStation Inventor, Spider-Fiber, Spider-Tel, Pro/Engineer, Catia, ElProCAD ad. Na trhu je také velké množství programů, které umí jen část toho, co všechno budeme pro projektovou dokumentaci potřebovat. Jako příklad uvedu rozpočtové programy Verox nebo OCEP.

Dále přiblížím nejznámější a nejpoužívanější programy v oblasti návrhu technické dokumentace datových sítí.

[10]

6.1. AutoCAD Electrical

AutoCAD Electrical je specializovaná verze nejrozšířenější grafické a projektové aplikace AutoCAD pro návrháře elektrických řídicích systémů. Optimalizuje vytváření „žebříčkových“ elektrických schémat a mezirodových propojovacích diagramů.

Obsahuje kompletně známé prostředí AutoCAD plus rozsáhlou sadu specializovaných elektrotechnických funkcí, např. sadu elektro nástrojů pro automatizaci číslování vodičů, označování součástek, výpisů projektu, vytváření PLC I/O výkresů z tabulek a vytváření křížové reference kontaktních polí včetně hledání chyb v návrhu.

AutoCAD Electrical také dokáže plně pracovat v síťovém prostředí, můžeme tak sdílet po firemní síti konfigurační soubory, katalogové soubory dodavatelů, definice součástí aj.

Pro nás, jakožto uživatele je výhodou, že AutoCAD Electrical nevyužívá žádné speciální objekty, takže jeho výkresy si můžeme otevírat a prohlížet v jakémkoliv AutoCADu nebo jiném programu, který dokáže danou koncovku .dwg přečíst.

Kromě knihovny elektro-symbolů obsahuje AutoCAD Electrical i knihovny hydraulických, pneumatických a procesních (P&ID) symbolů, které dohromady tvoří více jak 350 tisíc bloků od předních světových výrobců.

AutoCAD Electrical také obsahuje integrovaný Autodesk Vault, který slouží pro správu dokumentů, informace o kabelech lze přenášet do modulu „Kabely a svazky“ Inventoru a obsahuje veškeré funkce, které může.

Je hned několik důvodů, proč elektro konstruktéři přecházejí z klasické verze AutoCADu na AutoCAD Electrical. Především pro rozsáhlou knihovnu symbolů, automatické číslování vodičů, což eliminuje výskyt chyb a šetří práci a automatické generování zpráv, kusovníků a seznamů. Dále používá specifické nástroje, např. příkazy pro ořezání kabelu, kopírování celých obvodů apod., dokáže sdílet výkresy přímo se zákazníkem a také podporuje mnoho norem a standardů, např. JIC, IEC, JIS, GB aj.

Přednosti programu:

- Standardizovaný návrh elektrických řídicích systémů
- Automatická kontrola chyb
- Normalizované knihovny symbolů a komponent
- Nástroje pro tvorbu schémat
- Správa dat a nástroje pro generování sestav
- Automatické číslování vodičů
- Automatické generování zpráv
- Jednoduché přebírání existujících výkresů, např. od architekta aj.
- Použitý formát .dwg – jednoduchá přenositelnost a čitelnost

6.2. Bricscad

Program Bricscad je hlavní alternativou AutoCAD a je s ním plně kompatibilní i z důvodu použití stejného formátu souborů s příponou .dwg. Bricscad je jednou z nejvíce přívětivých aplikací mezi CAD systémy hned z několika důvodů:

- Cena – několikrát menší než AutoCAD
- Plnohodnotná 2D/3D aplikace s formátem .dwg
- Jednoduchý přechod mezi AutoCADem a Briscadem
- Velmi podobné prostředí jak v Autocadu
- Široká paleta doplňků pro Bricscad
- Umožňuje spouštět programovací kódy v jazycích AutoLISP, Diesel, VBA, COM, DCL a další

[18]

6.3. ElProCAD

ElProCAD je grafický a databázový software od firmy Astra 92, a.s., která je plně česká firma pocházející ze Zlína. Uživatel si zde může vybrat sestavu podle vlastní potřeby, protože se jedná o modulární systém. K využití jednotlivých modulů je potřeba grafický editor, lze použít AutoCAD, Bricscad aj.

Jedná se o komplexní, profesionální databázový systém, který umožňuje návrh a zpracování úplné projektové elektrotechnické dokumentace.

Správce technické dokumentace program Astra (je součástí programu ElProCAD) umožňuje jednoduchou a přehlednou evidenci a archivaci dat. Součástí programu je i rozpočtový program Verox se stále rozšiřovanou a aktuální databází cenových a technický dat. ElProCAD automaticky vkládá popisové pole včetně jejich vyplnění podle zpracovávané zakázky, jedná se o čistě český produkt založený na znalosti českého prostředí a za svých 15 let vývoje patří mezi špičku.

[19]

6.4. MicroStation

MicroStation je 3D program pro tvorbu modelů objektů, budov, aj. Na program firmy Grisoft lze jednoduše přiřadit moduly, které změni jeho charakter, o těch se dočtete v dalších kapitolách.

Nevýhodou tohoto programu je vlastní souborový formát .dgn, který je jen velmi málo rozšířený a tím neposkytuje dostatečnou podporu široké veřejnosti, proto umí pracovat i s formátem .dwg, i přes hlášenou kompatibilitu to však nemusí 100% platit.

Výhodou pak je konkrétní projektování na skutečné mapové podklady, automatické vytváření informací pro tvorbu výkazů, plánovacích tabulek, kalkulací, analýz apod. Co se však tomuto programu musí pochválit je záznam historie v souborech .dgn, je tedy umožněn komplexní mechanismus vývoje výkresu.

[21]

6.5. SPIDER-Tel

SPIDER-Tel je ucelený systém pro tvorbu a správu výkresové dokumentace místních i dálkových telekomunikačních sítí také od české firmy Grisoft. Je řešen jako nástavba programu MicroStation, což kromě technických kvalit programů poskytuje jednotnou platformu pro spolupráci všech zainteresovaných subjektů (projekčních, dodavatelských a geodetických firem). Program zohledňuje požadavky regionálních předpisů a umožňuje pružně reagovat na změny technologie i další vývoj směrnic.

Programy firmy Grisoft jsou známy výbornou provázaností vstupů při návrhu, jako je možnost pracovat na základě katastrálních map, mapových podkladů apod.

[21]

6.6. SPIDER-Fiber

SPIDER-Fiber je z rodiny Grisoft produktů další nástroj pro návrh a správu výkresové dokumentace optických sítí. Umožňuje uchovávat v jedné společné databázi jak výkresovou dokumentaci, tak také informace o technologických prvcích optické sítě a jejich vzájemné a funkční vazby.

SPIDER-Fiber umožňuje jednoduché vyhledávání použitých prvků ve své databázi, lokalizace prvků sítě dle specifikovaných kritérií, či trasování signálu podle topologie sítě. Programová nastavba má v sobě integrovanou kontrolu dokumentace, výpočty a programové doplňování popisných údajů, či dokáže publikovat dokumentaci do webového prohlížeče.

[21]

6.7. Výběr softwaru

Pro samotný návrh datových sítí, které kombinují všechny druhy datových médií, dnes neexistuje specializovaný program, přesto několik programů (i zde uvedených) se optimu velmi blíží. Týká se to také programů, které přímo nabízejí jednotliví výrobci strukturované kabeláže, ty se též dají použít s formáty .dwg, avšak jsme značně omezeni samotným výrobcem. Jedná se např. o Nexus, Panduit aj.

Vzhledem k nejrozšířenějším a nejčastěji používaným souborům s koncovkou .dwg, dále pro širokou využitelnost programu jsem se rozhodl pro AutoCAD Electrical spolu se základním kamenem MS Office – MS Excel.

Výhoda pro studenty je volně dostupná studentská verze AutoCADu, která je omezena pouze časem užívání na 3 roky. V grafickém programu tak zakreslím kabelové trasy do půdorysu zadané budovy, MS excel pak bude sloužit pro rozkreslení datových rozvaděčů, vedení rozpočtu, kabelových tabulek aj.

7. Tvorba realizační dokumentace

Praktická část diplomové práce se věnuje realizační dokumentaci datové sítě v zadané budově. K realizaci projektové dokumentace datové sítě byla vybrána čtyřpatrová multifunkční budova, ve které jsem navrhnul místní datovou síť LAN pro datovou komunikaci a také telefonní rozvody, které navazují využitím LAN sítě.

Postup různých projektantů je jistě odlišný, osobně jsem se tak odrazil od postupu p. Ing. Jordána, se kterým jsem konzultoval realizaci mého projektu.

Realizační dokumentace v mé diplomové práci jsem se snažil práci provést v co nejvyšší kvalitě a při velkém množství reálných detailů za podpory norem ČSN EN 50173-1, ČSN EN 50174-1, ČSN EN 50174-2, ČSN EN 50174-3, EN 50167, EN 50168, EN 50169 a TIA/EIA 606.

Bodově uvedu můj postup práce na projektu:

- Zadání – ujasnění priorit, cílů, požadavků
- Analýza budovy
- Analýza požadavků na technologie
- Výkresová dokumentace – datové rozvaděče a páteřní trasy
- Výkresové dokumentace – datové zásuvky a kabelové trasy
- Blokové schéma sítě
- Propojení aktivních prvků (ze znalosti počtu koncových portů)
- Analýza koncových bodů aktivních prvků a záložní trasy (SPT)
- Propočet šířek pásma pro páteřní linky
- Popis řešení – realizace rozvodů páteřní, horizontální a pracovní sekce
- Popis řešení – použití materiálu horizontální a pracovní sekce
- Popis řešení – datové rozvaděče a jeho vybavení
- Systém značení kabelů, zásuvek, portů apod.
- Specifikace tras – soupis materiálu
- Specifikace datových rozvaděčů – soupis materiálu a osazení

- Rozkreslení jednotlivých datových rozvaděčů – popis a materiál
- Rozkreslení jednotlivých patch panelů s označením portů a propojovacích vztahů páteřních vedení
- Výkresová dokumentace – značení dat. zásuvek a portů
- Rozkreslení bloku rozvaděče ranžirovacího bloku pro telefonní rozvody
- Kabelové tabulky horizontální sekce
- Kabelové tabulky páteřní sekce
- Kabelové tabulky telefonních kabelů
- Specifikace veškerého materiálu a jeho ceny
- Celkový rozpočet – zahrnuje materiál a práci
- Technická zpráva a definice požadavků

Poznámky k projektu:

Datovou síť jsem v budově rozdělil na dva funkční celky – část obchodní a část firemní. Každá část má svého dodavatele internetové konektivity, avšak obě jsou propojeny záložním vedením pro případ výpadku jednoho z providerů. Internet i telefonní připojení bude dovedeno po optickém kabelu.

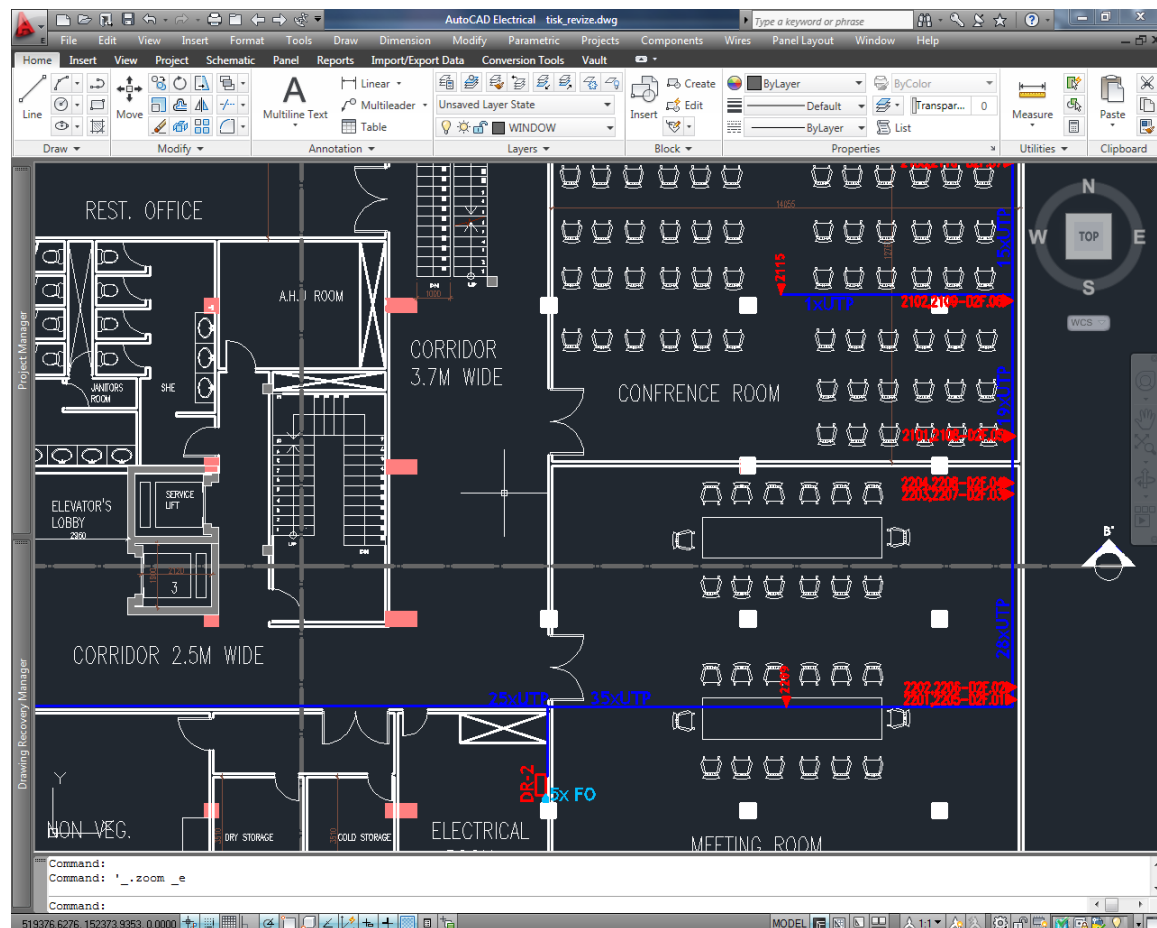
První dvě nadzemní patra jsou řešena pevnými datovými zásuvkami realizované do krabice pod omítku a příводы k nim budou realizované kovovými žlaby v prostoru mezi stropem a podhledem. Ve třetím patře je zvolen systém plastových zásuvkových žlabů pro variabilitu umístění datových zásuvek v místnostech. Z toho důvodu je v projektu naznačen princip smyčky pro vytvoření délkové rezervy kabelu ve žlabu.

Datové zásuvky v projektové dokumentaci jsou značeny plným trojúhelníčkem dle standardu Bicsi (Mezinárodní asociace telekomunikací), neboť neznám konečné rozvržení využitých portů datových zásuvek. Správně by plně měli být označeny pouze porty obsazené a nevyplněným trojúhelníčkem porty neobsazené.

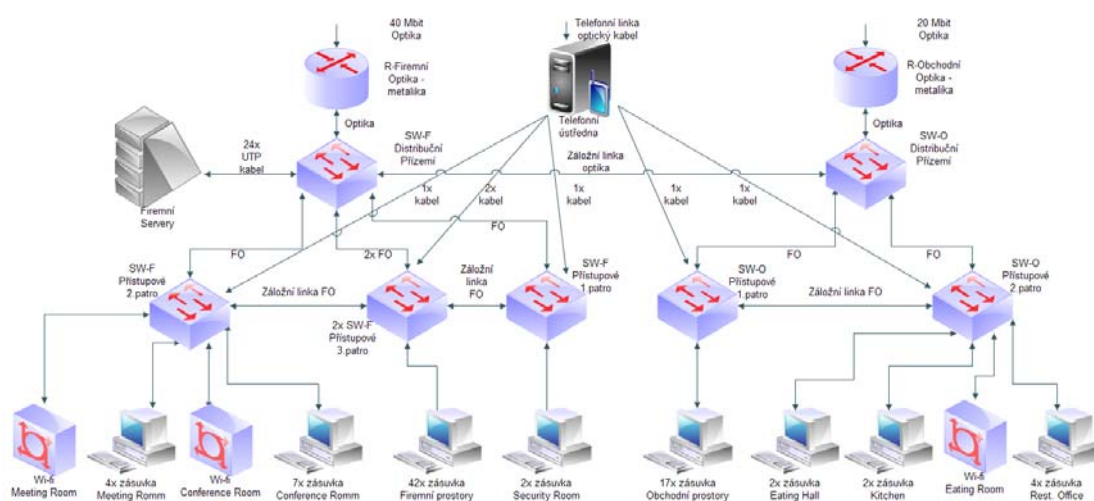
Datových zásuvek se vždy snažíme do projektu vložit co nejvíce, kvůli možné další potřebě či zvětšování nároků na datovou síť konečnými uživateli. V tomto případě bylo jednoduché rozdělit budovu do jednotlivých sekcí (zde

pater), z důvodu výhodné polohy umístění datových rozvaděčů. Technická zpráva obsahuje požadavky na garance a certifikace instalační firmy.

Výkresovou dokumentaci jsem dělal v programu AutoCAD Electrical Education product 2011.



Obr. 7.1: Příklad tvorby výkresové dokumentace



Obr. 7.2: PD - blokové schéma sítě

Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo navrhnout projektovou dokumentaci datové sítě v zadané budově dle platných norem.

Abych mohl projektovou dokumentaci kvalitně provést, bylo potřeba se seznámit s normami, postupem technické dokumentace, vývojem datových sítí, pasivní vrstvy a standardy, které jsem potřeboval pro uskutečnění prováděcího projektu.

V první kapitole naleznete základní vysvětlení normalizace a přiblížení přímých i nepřímých norem, které do mého návrhu zasáhly. Druhá kapitola se soustředila na technickou dokumentaci datových sítí, kde je přehledně naznačeno, do jakých částí se dělí a co všechno by měla obsahovat. Třetí kapitola popisuje vývoj datových sítí, a jakým směrem se v posledních letech datové sítě ubírají. Najdete zde základní dělení sítí a jejich výhody a nevýhody.

Jelikož má diplomová práce se týkala návrhu počítačové sítě LAN uvnitř budovy, celá čtvrtá kapitola se týká základním informacím o počítačových sítích LAN, popisuje různé druhy topologie, přístupových metod, vysvětluje princip aktivních prvků sítě a více přibližuje čtenářům dva základní druhy počítačové sítě LAN dnešní doby – Ethernet a Wi-Fi.

Pátá kapitola popisuje pasivní část počítačové sítě, tedy přenosovou kabeláž, kde je především pojednáno o strukturované kabeláži založené na metalickém i optickém základu a propojování spojovacího vedení. Věnuje se ale také ostatním prvkům pasivní vrstvy sítě – prvky organizace, konektivity, vedení a směrování a také identifikace. Následující kapitola udává jednoduchý přehled o nejrozšířenějších softwarových produktech určených pro projektování.

Poslední kapitola se přímo vztahuje k praktické části mé diplomové práce. Snažil jsem se v ní popsat vlastní postup práce na realizační dokumentaci, kterou naleznete v příloze spolu s výkresovou dokumentací.

Výstupem mé diplomové práce je zpracovaná projektová dokumentace datových sítí na úrovni prováděcího projektu spolu s výkresovou dokumentací dle platných norem. Ten naleznete v příloze. Věřím, že by se podle ní mohl celý projekt úspěšně zrealizovat.

Seznam použitých zdrojů

- [1] NOVOTNÝ, Vít. *Architektura sítí*. VUT Brno : [s.n.], 2002. 136 s.
- [2] MOLNÁR, Karol; SOUMAR, Michal. *Praktikum z informačních sítí*. VUT Brno : [s.n.], 2006. 128 s.
- [3] Peterka, Jiří. archiv.cz [online]. 1996-2010 [cit. 2010-11-02]. E-archiv Jiřího Peterky. Dostupné z WWW: <www.earchiv>.
- [4] Benešová, Lucie. *Počítačová podpora projektování datových rozvodů – projektová laboratoř*. Brno, 2010. 92 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [5] Počítačové sítě [online]. 2000 [cit. 2010-11-03]. Dostupné z WWW: <http://pc-site.owebu.cz/>
- [6] PUŽMANOVÁ, Rita. *CESNET* [online]. Ethernet s kapacitou 40 a 100 Gbit/s. Dostupné z www: < http://www.cesnet.cz/sdruzeni/napsali-onas/2010/09/201009_ETM.html>
- [7] *Lupa.cz : server o českém internetu* [online]. 1998-2010 [cit. 2010-11-5]. Dostupné z WWW: <www.lupa.cz>. ISSN 1213-0702
- [8] Filka, Miloslav. *Přenosová média - přednášky*. VUT Brno : [s.n.], 2010. 101 s.
- [9] *Cad studio – dodavatel řešení pro CAD/GIS/PLM* [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: < http://www.cadstudio.cz>.
- [10] KUCHYŇKOVÁ, Hana. *Počítačová podpora konstruování*. VUT Brno : [s.n.], 2003. 76 s.
- [11] BAXANT, Petr. *Projektování v elektrotechnice*. VUT Brno : [s.n.], 2002. 99 s.
- [12] *Technor-Technické normy ČSN* [online]. 2008 [cit. 2010-12-4]. Technické normy ČSN. Dostupné z WWW: <http://www.technicke-normy-csn.cz/technicke-normy/>.
- [13] *Centrum informačních technologií VŠB Ostrava* [online]. 2007 [cit. 2010-12-06]. Projekty počítačové sítě. Dostupné z WWW: <http://idoc.vsb.cz/files/cit/public/projekt_site_1991/projekt_1991_B.pdf>.

-
- [14] HEJNALOVÁ, Jana. *Autorizovaný Inspektor Ing. Jana Hejnalová* [online]. 2010 [cit. 2010-12-06]. Rozsah a obsah projektové dokumentace. Dostupné z WWW: <www.autorizovany-inspektor.com/repository/File/rozsah-a-obsah-projektové-dokumentace.doc>.
- [15] ČSN EN 50173-1 ed.2 (36 7253). *Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy : Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha : ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008. 117 s. EAN 8590963804538.
- [16] ČSN EN 50174-2 ed.2 (36 9071). *Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů : Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách*. Praha : ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2010. 60 s. EAN 8590963855530.
- [17] ČSN ISO/IEC 18010 (36 9984). *Informační technologie – Trasy a prostory pro kabeláž v areálu uživatele*. Praha : ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2004. 28 s. EAN 8590963694108.
- [18] *Bricsys : Bricscad* [online]. 2010 [cit. 2010-12-10]. Dostupné z WWW: <http://www.bricscad.cz/cs_CZ/bricscad/>.
- [19] *Astra92 a.s. : ElProCAD* [online]. 2010 [cit. 2010-12-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.astra92.cz/default.aspx?tabid=93>>.
- [20] *Autodesk : produkty* [online]. 2010 [cit. 2010-12-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/pc/index?siteID=551663&id=14681055>>.
- [21] *GISOFT : Software GISoft* [online]. 2010 [cit. 2010-12-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.gisoft.cz/GISoft/ProduktyGISoft>>.
- [22] JORDÁN, Vilém. *Jak na to? : Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže*. Kassex : Firemní publikace, 2006. 56s.
- [23] Rozvody strukturované kabeláže [online]. 2009 [cit. 2011-02-23]. Obrázek. Dostupné z WWW: <<http://www.tech-elektro.cz/slaboproud>>.
- [24] JORDÁN, Vilém. *Strukturované kabelážní systémy pro komunikační sítě : Soubor přednášek* [online]. VUT Brno, 2005-2011 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <http://podfuck.net/dokumenty/98/pocitacove_site>.

Seznam symbolů a zkratek

TCP/IP – Transmission Control Protokol / Internet Protokol

- Rodina základních protokolů pro komunikaci v počítačové síti

QoS – Quality of Services - Zajišťuje kvalita služby rezervací a řízením datových toků v datových sítích

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area

WAN – Wide Area Network

HUB – rozbočovač, aktivní prvek počítačové sítě

MAU – Multiple Access Unit – vícenásobný přípojný bod

CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- Metoda zajišťující mnohanásobný přístup s detekcí kolize

CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

- Metoda zajišťující mnohonásobný přístup tzv. nenaléhající

ACM – Access Control Mechanics – služba zabezpečující chod přístupové metody Token Bus

AP - Access Point

MAC – Media Access Control

- Jedinečný identifikátor síťového zařízení

VoIP – Voice over Internet Protokol

- Technologie přenosu hlasu v paketových datových sítích

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

- Mezinárodní organizace sdružující odborníky z oblasti elektroniky
- Vytváří technické normy IEEE, normy s č. 802.X patří LAN sítím

Wi-Fi – Wireless Fidelity

- Standart bezdrátové sítě

IR – Přenos na bázi infračerveného záření

FHSS – Frequency Hopping Sprej Spektrum

- Metoda přenosu v rozprostřeném spektru
- Princip – přeskokování mezi několika frekvencemi při přenosu bitů

DSSS – Direkt Semence Sprej Spektrum

- Metoda přímého rozprostřeného spektra

OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing

- Širokopásmová modulace využívající kmitočtové dělení kanálu

CCK – Complementary Code Keying

- Doplnkové kódové klíčování

MIMO – Multiple-input multiple-output

- Vícecestné šíření

ARS – Automatic Rate Selection

- Mechanismus držení co nejlepší kvality přenosu dat přes Wi-Fi

DFW - Potvrzovací metoda CDMA/CA

WEP – Wired Equivalent Privacy

- Nejjednodušší bezpečnostní protokol

WPA – WiFi Protected Access

- Dynamický bezpečnostní protokol s 48-bitovým klíčem

WPA2 – Rozšíření protokolu o blokový a šifrovaný až 128bitový kód

WPS – WiFi Protected Setup

- Vyšší stupeň zabezpečení spolu s fyzickou úrovní zabezpečení

SSID – Service Set ID - Logický identifikátor Wi-Fi sítě

EIA/TIA – Electrical Industry Association – TelecommuniCation Industry Association

- Skupina amerických výrobců v elektronice a telekomunikacích

ISO – International Standardization Organization

- Mezinárodní standardizační organizace

IEC – Mezinárodní elektrotechnická komise

ČSN – Česká technická norma

CAD – Computer Aided Design – návrh pomocí počítače

STP – protokol starající se o správu portů v sítích s více smyčkami

Seznam příloh

Prováděcí projekt – Jednotný komunikační systém

Výkresová dokumentace – jednotlivá patra